

DELPROSJEKT 5

Lette fyllmasser og isolasjonsmaterialer

Flyveaske fra papirproduksjon som tilsetning i kalksementpeler

Guro Brendbekken, Optimal Geoteknikk, Roald Aabøe, Statens vegvesen og Helge Dieseth, Norske Skog

GJENBRUKSPROSJEKTET

September 2007



Statens vegvesen



Teknologirapport nr. 2447

GJENBRUKSPROSJEKTET

Prosjektrapport nr 22:

**Flyveaske fra papirproduksjon
som tilsetning i
kalksementpeler**



September 2007

Teknologiavdelingen

Teknologirapport nr. 2447

GJENBRUKSPROSJEKTET

Prosjektrapport nr 22:

Flyveaske fra papirproduksjon som tilsetning i kalksementpeler



Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra Gjenbruksprosjektet 2002-2005 (etatsprosjekt). Delprosjekt 5 "Lette fyllmaser og isolasjonsmaterialer" (DP5), som denne rapporten tilhører, har som overordnet målsetting å tilrettelegge for gjenbruk av alternative lette materialer som skumglass, oppkuttete bildekk og aske – ved å bidra til materialenes produktspesifisering og miljøgodkjenning.

Statens vegvesen har gjennomført et prøveprosjekt med bruk av filteraske (flyveaske) fra forbrenningsanlegget til Norske skog i Skogn som tilsetning i kalksement peler. Prosjektet der dette prøveprosjektet ble gjennomført er Nordre Avlastingsveg, Ila i Trondheim. Kalksement peler er i dag en utbredt metode for å stabilisere bløte og vanskelige jordarter, spesielt leire, i forbindelse med utgravinger, oppfyllinger etc. Vanligvis benyttes ulesket kalk og standard Portlandsement som stabiliseringsmiddel. Løsmassene som skulle stabiliseres i dette prosjektet, var til dels ren silt og egnet seg derfor ikke like godt til stabilisering som leirematerialer. Ved tilsetning av en finere fraksjon, flyveaske, vil massene kunne gjøres mer egnet til stabilisering med kalk/sement. Forhåndsundersøkelser av kalk-sement blanding med tilsatt flyveaske ble i forkant utført på Sentrallaboratoriet for Statens vegvesen. Forsøkene viste at aske kan være en god tilsetning i tillegg til kalk og seiment.

For å undersøke hvordan innblanding med aske-kalk-sement (aks) vil påvirke det stabiliserte materialet in-situ, ble det gjennomført stabilisering i full skala. Det ble tatt opp ferske prøver av det stabiliserte materialet som ble lagret for herding i laboratoriet. Resultatene fra prøver blandet i laboratoriet og opptatte prøver herdet i laboratoriet, viser at bruk av flyveaske i tillegg til kalk og seiment har en positiv effekt på styrke- og deformasjonsegenskapene til det stabiliserte materialet. Ut fra det undersøkte materialet vil ferdig stabiliserte løsmasser av silt kunne antas å ha opptil 25 % større skjærstyrke ved bruk av aks i forhold til ks som stabiliseringsmiddel. De stabiliserte pelene synes å få bedre kontinuitet ved bruk av aks i forhold til ks. Ved innblanding i silt/sand vil det være nødvendig å gå ned til mindre diametre på pelene for å klare å tilføre tilstrekkelig innblandingsarbeid (rotasjonshastighet) under etablering av ks-peler. Prøvene tatt ved utgraving av peler i bakken etter noe over 6 måneders herding ga uventet høye styrkeverdier både for aks og ks-pelene med høyest verdi for ks-pelen. Prøvematerialet her er imidlertid lite med kun to peler undersøkt for styrkeverdier på 3 prøvestykker tillaget for hver av pelene. Prøvegravingen viste at det var store variasjoner i pelenes styrke og de to prøvestykkene som ble valgt ut til styrkemålinger, var de som indikerte høyest fasthet ved gravingen.

Emneord: *gjenbruksmaterialer, aske, kalksement peler, stabilisering*
Dato: *September 2007*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 02030 Telefax: 22 07 38 66

Forord

Statens vegvesens Gjenbruksprosjekt er ett av fem etatsprosjekter i perioden 2002 - 2005. Prosjektet ble startet på Vegteknisk avdeling i Vegdirektoratet. Fra og med 2003 tilhører prosjektet Teknologiavdelingen, Veg- og trafikkfaglig senter i Trondheim. I tillegg til fagpersoner i Statens vegvesen, består både Prosjektrådet og arbeidsgrupper av ressurspersoner fra BA-næringen, forskningsmiljøer og administrative instanser.

Prosjektets overordnede mål er å *tilrettelegge* for gjenbruk. Dette skal gjøres ved å:

- øke kunnskapen om materialenes tekniske og miljømessige egenskaper
- implementere kunnskap underveis ved utførelser i Vegvesenets regi
- vurdere muligheter for ressursvennlig prosjektering
- studere økonomiske sider ved anvendelsen av resirkulerte materialer
- gjennomgå relevant regelverk, revidere eller supplere Vegvesenets håndbøker og veiledninger

Statens vegvesens Gjenbruksprosjekt består av åtte delprosjekter:

- DP 1 Avfallshåndtering
- DP 2 Miljøpåvirkning
- DP 3 Gjenbruk av betong
- DP 4 Gjenbruk av asfalt
- DP 5 Lette fyllmasser og isolasjonsmaterialer
- DP 6 Gjenbruksvegen
- DP 7 Rammeverk for gjenbruk
- DP 8 Nye ideer, materialer og tiltak

Gjenbruksprosjektet ledes av Gordana Petkovic, Vegdirektoratet.

Delprosjekt 5 "Lette fyllinger og isolasjon" (DP5), som denne rapporten tilhører, har som overordnet målsetting å tilrettelegge og øke gjenbruket av alternative lette materialer som skumglass, oppkuttete bildekk og aske. Noen av materialene er også aktuelle til frostsikringsformål. Materialene skal defineres og spesifiseres i størst mulig grad som ferdige produkter, for å lette arbeidet for Vegvesenet eller andre byggherrer (bestillere). Bl.a. skal det etableres ordninger for materialdeklarasjon. Se vedlegg 10 for mer informasjon om DP 5.

DP5 ledes av Roald Aabøe, Vegdirektoratet.

Denne rapporten er utarbeidet av Guro Brendbekken, Optimal Geoteknikk, med bistand fra Roald Aabøe, Vegdirektoratet og Helge Dieseth, Norske Skog. Tor Erik Frydenlund, Geocon, bisto ved slutføring av arbeidet. Bidrag fra Rambøll Norge AS er inkludert.

Innholdsfortegnelse

1	BAKGRUNN FOR PROSJEKTET.....	6
2	FORSØK SOM ER GJORT FØR OG UNDER FULLSKALAFORSØKET	7
2.1	GRUNNUNDERSØKELSER	7
2.2	MILJØUNDERSØKELSER	7
2.3	STABILISERING I LABORATORIUM	7
2.4	STABILISERING I FELT	7
2.5	STABILISERINGSMIDDEL OG FREMSTILLING	7
2.6	KRAV TIL ENTREPRENØR VED INNBLANDING I GRUNNEN FOR KS- OG AKS-PELER	8
2.7	OPPTAK AV 54 MM PRØVER FRA FERSKE PELER	8
2.8	KONTROLL AV ØVRIGE KS-PELER I ILA-PROSJEKTET	9
3	RESULTATER AV FORSØKENE.....	10
3.1	RESULTATER FRA STABILISERING I LABORATORIUM	10
3.2	RESULTATER FRA KONTROLL AV ØVRIGE KS-PELER I ILA-PROSJEKTET	10
3.3	RESULTATER FRA KONTROLL AV AKS- OG KS-PELER MED OPPTAK AV 54 MM PRØVER FRA FERSKE PELER.....	10
3.4	RESULTATER FRA KONTROLL AV AKS- OG KS-PELER VED OPPTAK AV STORE PRØVER ETTER 6 MND HERDETID	11
4	KONKLUSJON.....	12

1 Bakgrunn for prosjektet

Statens vegvesen har gjennomført et prøveprosjekt med bruk av filteraske (flyveaske) fra forbrenningsanlegget til Norske skog i Skogn som tilsetning i kalksement peler. Prosjektet der dette prøveprosjektet ble gjennomført på er Nordre Avlastingsveg i Trondheim.

Kalksement peler er i dag en utbredt metode for å stabilisere bløte og vanskelige jordarter, spesielt leire, i forbindelse med utgravinger, oppfyllinger etc. Vanligvis benyttes ulesket kalk og standard Portlandsement som stabiliseringsmiddel. Løsmassene som skal stabiliseres i dette prosjektet er til dels ren silt og egner seg derfor ikke like godt til stabilisering som leirematerialer. Ved tilsetning av en finere fraksjon, flyveaske, vil man tilføre et kunstig leirinnhold som kan gjøre massene mer egnet til stabilisering med kalk/sement.

Forhåndsundersøkelser av kalksementblanding med tilsatt flyveaske ble i forkant utført på Vegvesenets laboratorium. Forsøkene viste at aske kan være en god tilsetning (stabiliseringsmiddel) i tillegg til kalk og sement. Asken vil fungere som et leirtilskudd i tillegg til å stabilisere. På de prøvene vi har testet i lab ble det oppnådd opp til 25 % fasthetsøkning med tilsetning av flyveaske i forhold til stabilisering av det opprinnelige materialet kun med kalksementblanding. Asken er også billigere og man oppnår samtidig å gjenbruke et materiale som er et deponeringsproblem og som Norske skog utreder alternative anvendelser for.

For å undersøke hvordan innblanding med aske–kalk–sement (AKS) vil påvirke det stabiliserte materialet in-situ, ble det gjennomført stabilisering i full skala.

2 Forsøk som er gjort før og under fullskalaforløpet

Under er de forskjellige undersøkelser og forsøk som er utført kort beskrevet. Utførelse og resultater av forsøkene presenteres lenger ned i rapporten samt i vedlegg.

2.1 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser for prosjekt Nordre Avlastingsveg Ila i forkant av prosjekteringen. Undersøkelsene er presentert i geoteknisk rapport;

- Ud 359 E, 8, Grunnundersøkelser E6, Nordre avlastingsveg, revidert datarapport, 15/3-2004 fra Statens vegvesen region midt.

2.2 Miljøundersøkelser

Det er også utført miljøundersøkelser i prosjektet. Rapport om miljøundersøkelser og kommunikasjon med SFT i forbindelse med bruk av flyveaske er vedlagt denne rapporten (vedlegg 1 – 4).

2.3 Stabilisering i laboratorium

Innblanding ble utført ved å beregne ønsket mengde stabiliseringsmiddel pr. m³ opprinnelig løsmasse. Stabiliseringsmiddelet (AKS og KS) ble blandet sammen tørt først. Deretter ble det blandet inn med blandevertøy og stampet lagvis inn i sylindere. De ferdige prøvene ble lagret i henholdsvis 7, 14, 28 og 90 døgn før de ble trykket. (Se også Statens Vegvesen HB 014 Laboratorieforsøk; prosedyre 14.483 Kalkstabilisering av leire i laboratoriet, med beregning av mengde stabiliseringsmiddel etter volumforhold.)

Det ble også utført innblanding med kalk-sement i laboratoriet i forkant av forsøkene med AKS.

2.4 Stabilisering i felt

For å undersøke hvordan innblanding med aske-kalk-sement (AKS) med standard kalk-sement-pele-maskin vil fungere, ble det gjennomført stabilisering i full skala.

Pelene ble installert av RPP Markstabilisering AB. Pelene er 11 m lange, går 13 m ned i bakken og avsluttes 2 m under terreng.

2.5 Stabiliseringsmiddel og fremstilling

Blandingsforholdet for stabiliseringsmiddelet (AKS) som ble benyttet pr 100 kg var fordelt som beskrevet under:

- 10 kg flyveaske - 22,5 kg ulesket kalk - 67,5 kg Standard Portland sement

For de sammenlignende ks-pelene som ble satt, ble det benyttet 25 kg ulesket kalk og 75 kg sement pr. 100 kg stabiliseringsmiddel.

For hver m³ løsmasse i bakken ble det benyttet 3 forskjellige mengder av stabiliseringsmidlene, henholdsvis 100 kg, 67 kg og 42 kg for både AKS og ks-peler. De pelene som ble satt ned hadde diameter 0,6 m, dvs at tilsvarende mengde stabiliseringsmiddel pr.lm. pel ble henholdsvis 28 kg, 19 kg og 12 kg. Forsøkspelene ble satt i enkle ribber med 3 – 5 peler i hver ribbe.

Aske og sement ble blandet sammen først i storsekker på mørtelverk. Blanding av aske og sement ble utført ved Trondheim Mørtelverk. Ulesket kalk og den ferdigblandede aske-sementen ble så blandet sammen ved innblåsing fra to separate tankbiler inn i kalk-sement-pelemaskinens tank på anlegget. Dette arbeidet ble utført av Jørgensen AS.

Blandemetoden med innblåsing medfører en del usikkerheter med hensyn på hvor godt innholdet i de to tankene blandes sammen med riktig forhold. Alle tre ingredienser, aske, kalk og sement har om lag samme kornstørrelse. Imidlertid er vekten av asken om lag en tredjedel av sementen og kalken. Det ble diskutert om dette kunne medføre flytproblemer under innblåsing i tank og under utblåsing for stabilisering. Vi hadde ingen indikasjoner på at det var problemer med dette under arbeidet.

2.6 Krav til entreprenør ved innblanding i grunnen for ks- og aks-peler

Ks-peler installeres ifølge anbudsbeskrivelsen. Utdrag av beskrivelsen følger under:

b-e) Det skal angis hvilken type pelemaskin og innblandingsverktøy som blir brukt. Vispen skal gi god innblanding i silt. Byggherren skal godkjenne blande-verktøyet.

Det er forutsatt at det blandes inn 100 kg stabiliseringsmiddel pr. m³ løsmasse..... Det vil si 28 kg pr m pel med Ø600 mm. Det antas at man vil oppnå en skjærstyrke på minst 150 kPa..... Kontroll av pelene skal verifisere skjærstyrken. Resultatet fra kontrollen kan innvirke på mengde stabiliseringsmiddel, fordeling og på plassering av ribbene.

Det legges stor vekt på nøyaktig innblanding slik at pelene får jamn kvalitet. Stigningshøyde skal være maks 15 mm/omdreining og rotasjonshastigheten skal være minst 125 omdr/min. I tillegg skal tilført innblandingsarbeid regnet som rotasjonshastighet/stigehøyde være større enn 10. Ved en stigehøyde på 15 mm tilsvarer dette en rotasjonshastighet på 150 omdr/min. eller mer.

Kravene til omdreiningshastighet medførte at man måtte gå ned fra en ønsket diameter på 800 mm til 600 mm for å oppfylle kravene. Silten var for "treg" (dilatant oppførsel) under innblanding til at maskinen klarte å utføre innblandingsarbeidet med tilstrekkelig hastighet

2.7 Opptak av 54 mm prøver fra ferske peler

Det ble tatt opp 54 mm sylinderprøver med vanlig geoteknisk grunnundersøkelsesutstyr. Det ble benyttet plastsyndere da disse skulle kuttes opp til 10 cm prøvestørrelse før utskyving og trykktesting ved enaksielt trykkforsøk. Prøvene ble tatt av ferske aks- og ks-peler. Det skal ikke gå mer enn 1 – 2 timer etter at innblandingsarbeidet er utført før prøvetakingen utføres. Deretter fraktes prøvene til laboratorium og behandles på samme måte som ferdig stampede prøver i laboratorium.

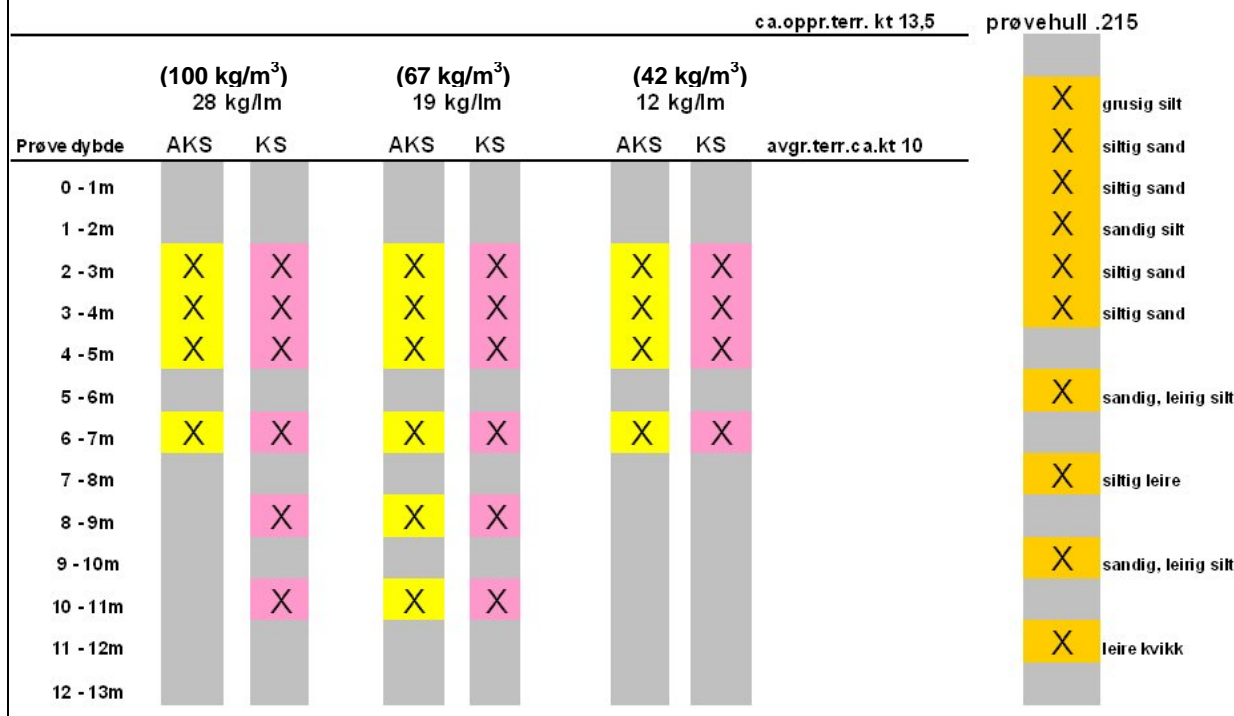
I figuren under vises prøveomfanget for aks-peler og kontrollen mot de tilsvarende ks-peler som ble tatt i samme område:

Nordre Avlastingsveg Ila

Forsøk med aske-kalk-sement-peler

AKS-pelene er satt mellom hovedsystem ks-ribbe 20 og 21

KS-pelene er satt mellom hovedsystem ks-ribbe 19 og 20 (se tegning X106)

**Oppgraving og tilskjæring av store prøver fra aks- og ks-peler under utgraving av byggegrop**

Mer enn 6 mnd etter at stabiliseringen var gjennomført, ble deler av pelene gravet opp. I området med prøvepeler ble om lag 3 m av toppen av pelene gravd bort. Prøvene er tatt ut på ca. kote +7,5 til +8,0.

Det er tatt ut 1 stor prøve fra en askepel 28 kg/lm og fra en ks-pel 28 kg/lm. Av begge disse prøvene er det skåret ut 3 prøvestykker for enaksielle trykkforsøk for sammenligning av styrke. Det ble tatt ut stykker som var større enn 30 cm av minst en 1/2 pel av hver type av god kvalitet for å sikre at det var mulig å skjære til mindre prøvestykker.

Grovtilskjæring ble utført med sirkelsag og fintilskjæring med båndsg. Både utgraving og tilskjæring/trykking er dokumentert med bilder i vedlegg.

2.8 Kontroll av øvrige ks-peler i Ila-prosjektet

I forbindelse med stabiliseringsarbeidet ble det utført utvidet geoteknisk kontroll. Det ble utført følgende kontroll av ks-peler under anleggsperioden:

Geoteknisk kontroll i anleggsperioden:

Type	Antall	Periode	Hyppighet	Rapportering
KPS og FOPS av ks-peler,	< 30 stk	Under anleggsperioden	1 gang pr. pel	Entreprenør og byggherre
Opptak av ferske 54mm prøver & CPT	< 30 stk	Under anleggsperioden	1 gang pr. pel	Byggherre
Visuell kontroll av ks-ribber, dybde 3 m	30 – 40 stk ble utført	Under anleggsperioden	1 gang pr. ribbe	Entreprenør, bilder og beskrivelse

3 Resultater av forsøkene

Under er hovedresultater fra de forskjellige forsøkene og kontrollene vist. Det ligger mer utfyllende dokumentasjon i vedlegg.

I tillegg henvises det til rapporter og notater for E6 Nordre Avlastingsveg Rundkjøring Ila og egen miljørapport for aks-pelene på Ila-prosjektet.

3.1 Resultater fra stabilisering i laboratorium

På de prøvene vi har testet i laboratorium i forkant av storskalaforsøket, ble det oppnådd en fasthetsøkning mellom 0 – 30 % ved stabilisering med AKS i forhold til stabilisering med kalk-sement i forholdet 25/75 for silten.

Det ble også utført forsøk med kalk og sement i andre blandingsforhold og -mengder.

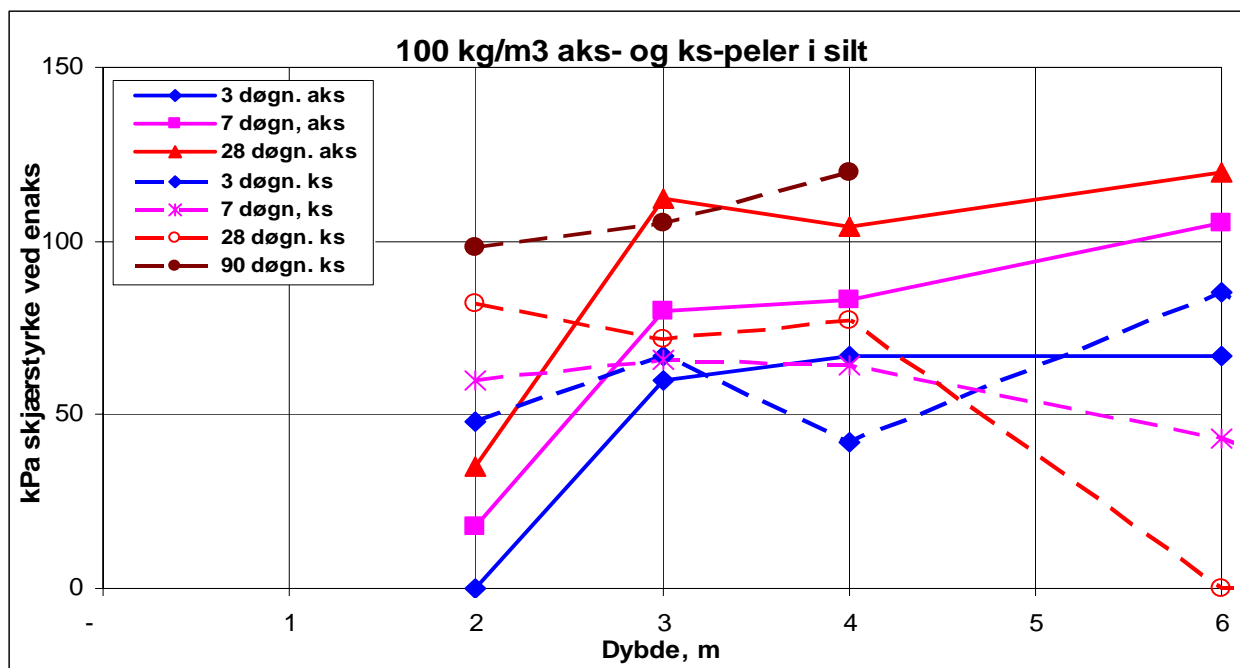
3.2 Resultater fra kontroll av øvrige ks-peler i Ila-prosjektet

Det er utarbeidet en egen rapport for resultatet av kontroll av ks-peler i området for øvrig. Data fra disse forsøkene er fra kontroll av både mer leirige materialer og siltige, sandige materialer. Resultatene herfra er ikke benyttet i sammenligningen, men resultatene kan finnes i følgende rapport:

- > Ud 359 E, Notat nr: 16, Arkivkode: 47, 18/2-2005 fra Statens vegvesen region midt, E6 Nordre avlastingsveg – rundkjøring Ila, Oppsummering av skjærstyrke ks-peler.
- >

3.3 Resultater fra kontroll av aks- og ks-peler med opptak av 54 mm prøver fra ferske peler

Det er gjort sammenlignende forsøk i siltmasser. Under vises hvordan ks- og aks-peler har utviklet seg i dybden og over tid ved innblanding av 100 kg stabiliseringsmiddel pr.m³ løsmasse (28 kg/lm) i pelene:



Diagrammet antyder at det er bedre kontinuitet på aks-pelene enn på ks-pelene. Kontinuiteten kan også leses ut av oppsettet over alle forsøk (se vedlegg 1) der det er 2 av aks-prøvene som ikke er stabilisert nok til å foreta enaksielle trykkforsøk, mens det til sammenligning er 11 ks-prøver som ikke er stabilisert nok.

Videre er det en mer fornuftig styrkeutvikling på aks-pelene enn det er på ks-pelene. Dette kan også ha sammenheng med at aks-pelene blir mer homogene og at det ikke eroderes bort så mye av stabiliseringsmiddelet (vann og luftbobler opp fra til dels store dybder under terrengnivå) under etablering av pelene ved innvisping av stabiliseringsmiddel i siltmasser.

3.4 Resultater fra kontroll av aks- og ks-peler ved opptak av store prøver etter 6 mnd herdetid

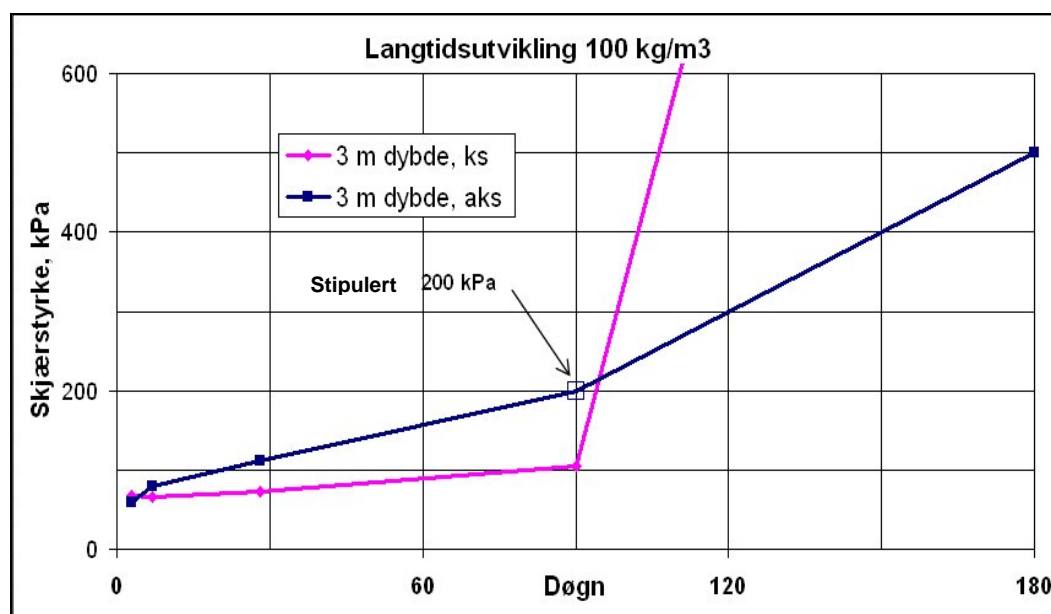
De pelene det ble valgt å ta store prøver av var spesielt faste.

Gjennomsnitt for 180 døgnfasthet ble 500 kPa for aks-pelen og 2300 kPa for ks-pelen. Dette synes som en uventet høy skjærstyrke. Andre peler viste ikke en tilsvarende fasthet under utgravingen.

Imidlertid var det en generell god fasthet på pelene. Det mest problematiske forholdet var at flere av pelene hadde en tendens til å smuldre opp under utgraving. Aks-pelene virket ”seigere” enn de rene ks-pelene under gravearbeidet. Dette til tross for at det bare er 10 vektprosent av stabiliseringsmiddelet som er flyveaske.

Ut fra denne observasjonen vil vi i senere bruk anbefale at også større vektprosent forsøkes benyttet for å øke kohesiviteten på det stabiliserte materialet.

Resultater fra de store prøvene er lagt inn i grafen under sammen med resultater fra 54 mm prøvene.



Vi har lagt inn en stipulert verdi for 90 døgn fasthet i aks-materialet for å få en gjennomgående linje i grafen. Punktet er lagt inn for å være sammenlignbar med tilsvarende målt resultat for ks-materialet ved 90 døgn. Punktet er lagt inn på en tilnærmet rett linje fra de foregående måleresultater for kortere herdetid.

4 Konklusjon

Resultatene fra prøver blandet i laboratoriet og opptatte prøver herdet i laboratoriet viser at bruk av flyveaske i tillegg til kalk og sement har en positiv effekt på styrke- og deformasjonsegenskapene til det stabiliserte materialet. Ut fra det undersøkte materialet vil ferdig stabiliserte løsmasser av silt kunne antas å ha;

- > Opptil 25 % større skjærstyrke ved bruk av AKS i forhold til KS som stabiliseringsmiddel i silt.
- > De stabiliserte pelene synes å få bedre kontinuitet ved bruk av AKS i forhold til KS som stabiliseringsmiddel i silt.
- > Ved innblanding i silt vil det være nødvendig å gå ned til mindre diametre på pelene for å klare å tilføre tilstrekkelig innblandingsarbeid (rotasjonshastighet) under etablering av ks-peler.

Prøvene tatt ved utgraving av peler i bakken etter noe over 6 måneders herding ga uventet høye styrkeverdier både for AKS og ks-pelene med høyest verdi for ks-pelen. Prøvematerialet her er imidlertid lite med kun to peler undersøkt for styrkeverdier på 3 prøvestykker tillaget for hver av pelene. Prøvegravingen viste at det var store variasjoner i pelenes styrke og de to pelene som ble valgt ut til styrkemålinger, var de som indikerte høyest fasthet ved gravingen.



VEDLEGG 1

GJENBRUKSPROSJEKTET

**FULLSKALA FORSØK MED ASKE-KALK-SEMENT PELER – VEDLEGG PÅ
PROSJEKT NORDRE AVLASTINGSVEG – RUNDKJØRING ILA**

LABORATORIE- OG FELTFORSØK

GJENBRUKSPROSJEKTET

FULLSKALA FORSØK MED ASKE–KALK–SEMENT PELER PÅ PROSJEKT NORDRE AVLASTINGSVEG – RUNDKJØRING ILA

Laboratorie- og feltforsøk

Innhold

- 1 Stabilisering i laboratorium – bilder/dokumentasjon
- 2 Stabilisering i felt – bilder/dokumentasjon
- 3 Opptak av 54 mm prøver i ferske peler – bilder/dokumentasjon
- 4 Oppgraving og tilskjæring av store prøver fra aks- og ks-peler under utgraving av byggegrop – bilder/dokumentasjon
- 5 Resultater fra kontroll av aks-peler mot tilsvarende ks-peler med 54 mm prøver – bilder/dokumentasjon

1 Stabilisering i laboratorium – bilder/dokumentasjon

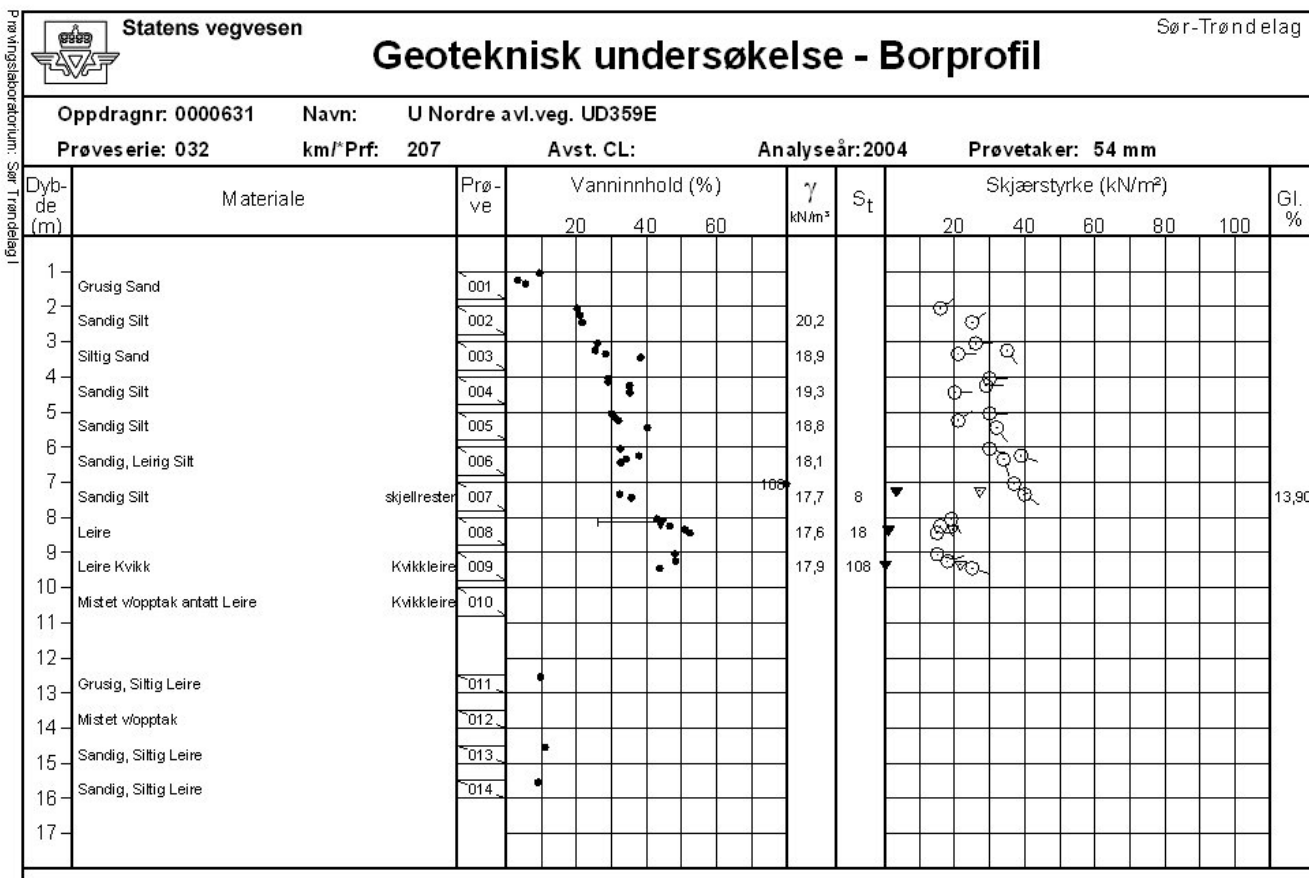
Innblanding av stabiliseringsmiddel ble utført i to omganger. Først ble det utført en runde der bare kalk og sement ble benyttet. Deretter ble det utført en runde der også aske ble tilsatt som stabiliseringsmiddel.

Den siste runden ble utført på følgende sylindre:

- > Hull 207 dybde 7-8m (prøve 007).
- > Hull 215 dybde 10-11 (prøve 008) og 12-13 (prøve 009)

Under vises borprofiler og korngradering for de to prøveseriene.

Prøveserie 207





Statens vegvesen

Sør-Trøndelag

Korngradering geoteknikk

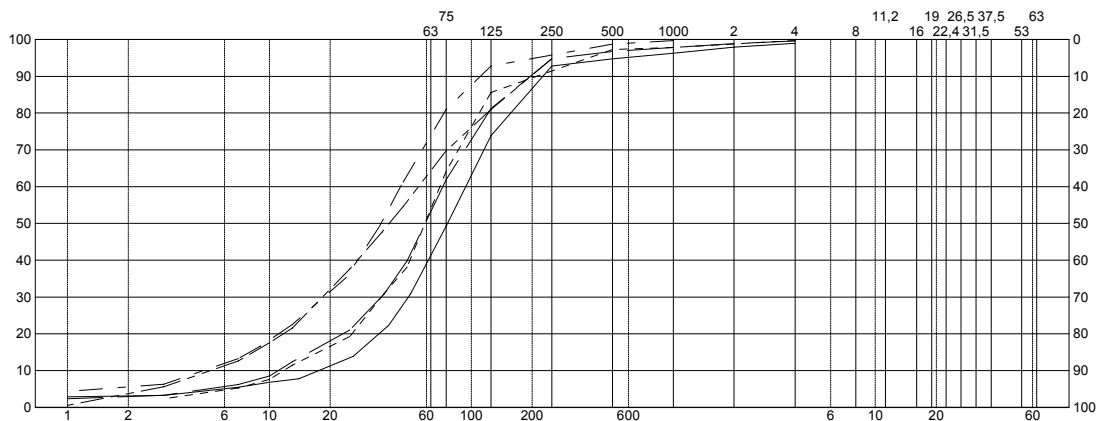
Oppdragsnr **0000631** Oppdragsnavn **U Nordre avl.veg. UD359E**
 Prosjektnr **10159** Prosjektnavn **Nordre avlastningsveg**
 Ansvarsområde **1300** Ansvarlig

Prøvedata for prøveserie: 032

Sylinder/pose nr	003C	004C	005A	006D	007A
Uttaksdato	20040223	20040223	20040223	20040223	20040223
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt
Humus(%) (glødetap)					13,9
Vanninnhold(%)	25,5	35,2	30,2	34,2	108,3
% <75µm av <19mm	49,3	61,9	64,2	81,0	69,8
% <20µm av <19mm	10,8	17,5	16,0	30,7	30,9

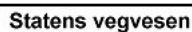
Sikte-data

Syl./Pose	µm				mm														
	75	125	250	500	1	2	4	8	11,2	16	19	22,4	26,5	31,5	37,5	53	63		
003C	50,7	26,1	7,2	5,3	3,7	2,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
004C	38,1	18,8	5,2	3,3	2,2	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
005A	35,8	14,4	17,3	2,7	2,1	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
006D	19,0	7,2	8,2	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
007A	30,2	19,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Syl/pose	Vegnr	HP	km	Avst.cl.	Dybde	Kurve	Jordart	Cu	TG
003C	V		*207		3,35	—	Siltig Sand	5,3	T2
004C	V		*207		4,35	—	Sandig Silt	6,5	T4
005A	V		*207		5,15	- - -	Sandig Silt	6,0	
006D	V		*207		6,45	— -	Sandig, Leirig Silt	8,7	T4
007A	V		*207		7,15	— - -	Sandig Silt	10,2	T4

Prøvingsskolelaboratorium: Sør i hendeleg



Sør-Trøndelag

Oppdragsnr: 0000631

Navn: U Nordre avl.veg. UD359E

Prøveserie: 031

km/*Prf: 215

Avst. CL:

Analyseår: 2004

Prøvetaker: 54 mm

[illegible]



Korngradering geoteknikk

Oppdragsnr 0000631

Prosjektnr 10159

Ansvarsområde 1300

Oppdragsnavn

U Nordre avl.veg. UD359E

Prosjektnavn

Nordre avlastningsveg

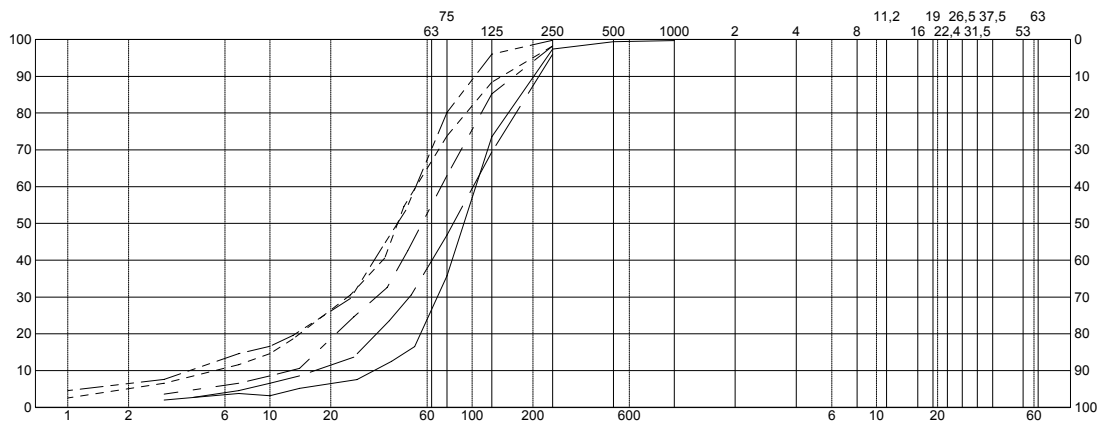
Ansvarlig

Prøvedata for prøveserie: 031

Sylinder/pose nr	003D	004D	005D	006D	007D
Uttaksdato	20040219	20040219	20040219	20040219	20040219
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt
Humus(%) (glødetap)					
Vanninnhold(%)	36,6	30,4	27,1	23,3	26,3
% <75µm av <19mm	35,8	46,8	73,8	63,0	80,2
% <20µm av <19mm	6,3	11,1	25,6	17,6	25,4

Sikte-data

Syl./Pose	µm					mm												
	75	125	250	500	1	2	4	8	11,2	16	19	22,4	26,5	31,5	37,5	53	63	
003D	64,2	26,5	2,6	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
004D	53,2	30,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
005D	26,2	11,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
006D	37,0	14,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
007D	19,8	4,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Syl/pose	Vegnr	HP	km	Avst.cl.	Dybde	Kurve	Jordart	Cu	TG
003D	V		*215		3,45	—	Siltig Sand	3,2	T2
004D	V		*215		4,45	—	Siltig Sand	6,0	T2
005D	V		*215		5,45	- - -	Sandig, Leirig Silt	9,5	T4
006D	V		*215		6,45	— -	Sandig Silt	5,5	
007D	V		*215		8,45	— - -	Sandig, Leirig Silt	12,3	T4



Statens vegvesen

Korngradering geoteknikk

Sør-Trøndelag

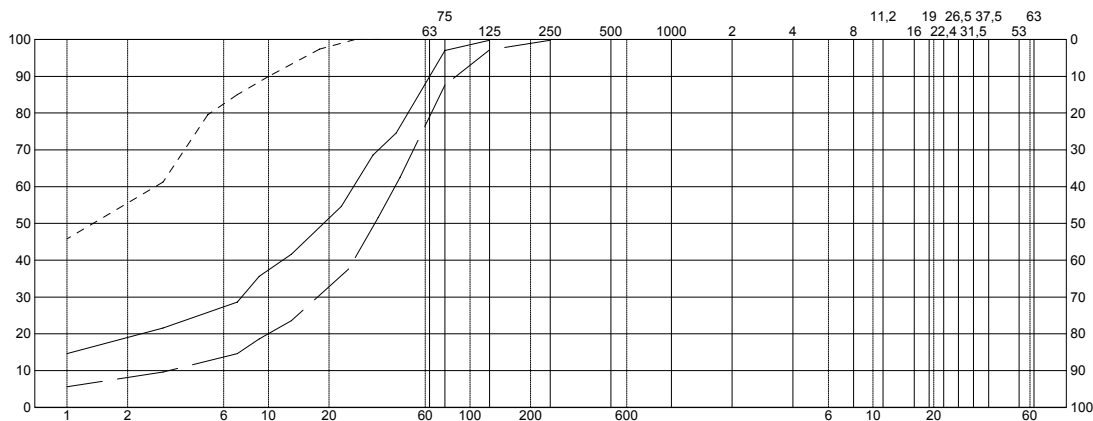
Oppdragsnr **0000631** Oppdragsnavn **U Nordre avl.veg. UD359E**
 Prosjektnr **10159** Prosjektnavn **Nordre avlastningsveg**
 Ansvarsområde **1300** Ansvarlig

Prøvedata for prøveserie: 031

Sylinder/pose nr	008A	009A	010C		
Uttaksdato	20040219	20040219	20040219		
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt		
Humus(%) (glødetap)	1,5				
Vanninnhold(%)	25,9	25,6	47,1		
% <75µm av <19mm	97,0	87,6	0,0		
% <20µm av <19mm	50,7	31,8	98,0		

Sikte-data

	µm				mm													
Syl./Pose	75	125	250	500	1	2	4	8	11,2	16	19	22,4	26,5	31,5	37,5	53	63	
008A	3,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
009A	12,4	2,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
010C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

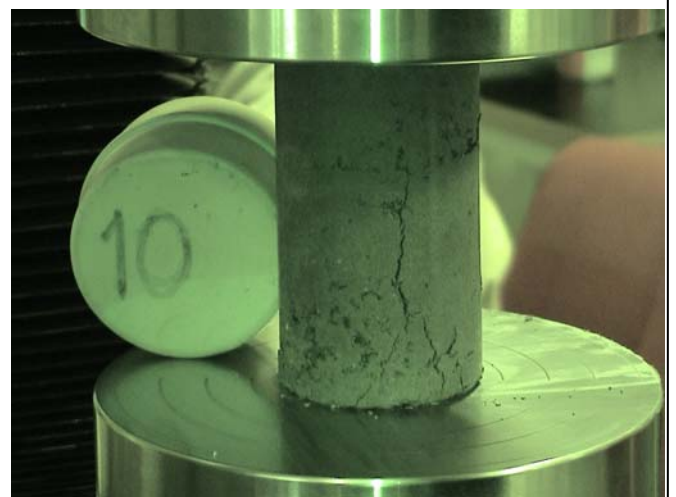
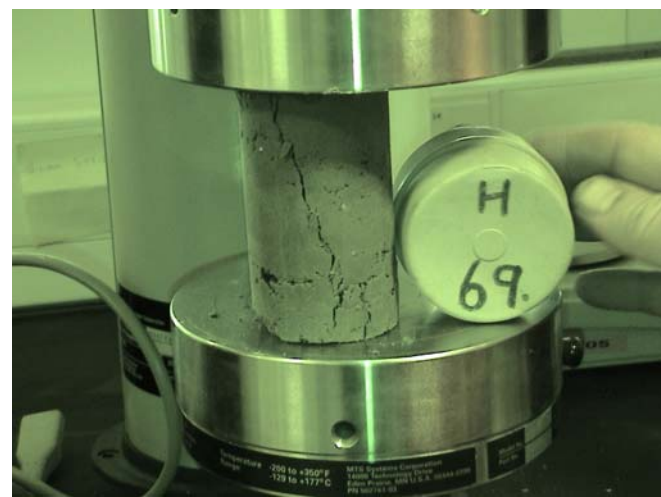
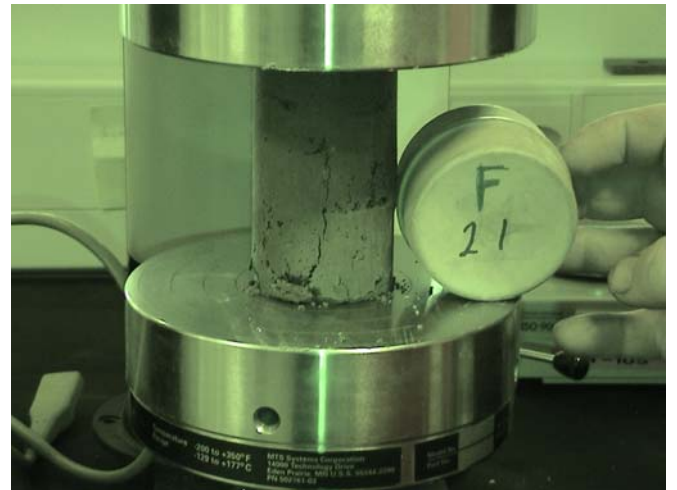
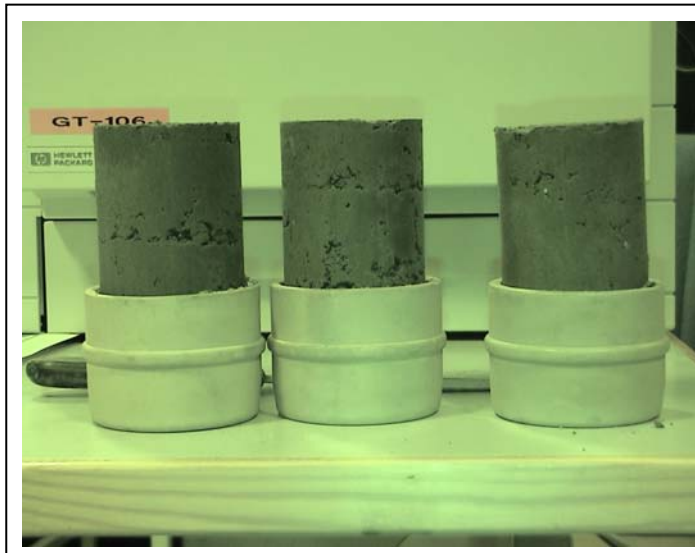


Syl/pose	Vegnr	HP	km	Avst.cl.	Dybde	Kurve	Jordart	Cu	TG
008A	V		*215		10,15	—	Siltig Leire	*8,8	T4
009A	V		*215		12,15	—	Sandig, Leirig Silt	12,8	T4
010C	V		*215		14,35	- - -	Leire	0,0	T3
						—			
						—			

Under vises bilder av innstampede ks-prøver før og etter trykking i enaks-presse.

Prøve F21 og H69 er trykket etter 28 døgn og er prøver med 10 % aske, 22,5 % kalk og 67,5 % sement med en mengde stabiliseringsmiddel som tilsvarer 100 kg pr. m³ løsmasser.

Prøve 10 er trykket etter 28 døgn med 25 % kalk og 75 % sement med en mengde stabiliseringsmiddel som tilsvarer 120 kg pr. m³ løsmasser.



Vanninnholdet antyder at en av prøveseriene kan være tatt på materiale som inneholder vesentlig mer leir enn de øvrige. Dette gjelder lab.nr. 221 (se etterfølgende tabell). Her er vanninnholdet $w = 32,7 \%$.

For de øvrige seriene ligger vanninnholdet mellom om lag $w = 24 - 27\%$ som indikerer mer rene siltmasser.

Kalksementinnblanding														Oppdragsnr.UD359E/000631				Antatt / målt w%.,??			
STATENS VEGVESEN, Sentrallaboratoriet														Profil / Hullnr.215				Operator. ps Dato.4.3.04			
Blande dato	Lab. nr.	Innblanding kalk og sement						Densitet				Skjærstyrke			Vanninnhold						
		våt-vekt	kg M3	kalk	sement	kalk	sement	sylinder tara	syl. vekt fersk	syl. vekt herdet	herdetid	hette	Su	def	stabilisert masse	w%					
4.3		g		%	%	g	g	g	g	g/cm ³	døgn	nr.	kPa	%							
	203	2408	100	0	100	0	124		510	507	28	1616	149	2,2	skål nr	103					
	203	2408	100	0	100	0	124		510	508	28	25	153	1,7	våtvekt (g)	88,47					
	203	2408	100	0	100	0	124		498	494	28	C25	140	2,4	tørrvekt (g)	70,01					
4.3															w	27,2					
	204	2648	100	50	50	66,7	66,7		490	489	14	B111	110	1,8	skål nr	112					
	204	2648	100	50	50	66,7	66,7		492	490	14	B406	103	2,2	våtvekt (g)	97,25					
	204	2648	100	50	50	66,7	66,7		500	500	28	B46	100	2,6	tørrvekt (g)	78,76					
	204	2648	100	50	50	66,7	66,7		501	500	28	V118	117	2,3	w	24,1					
	204	2648	100	50	50	66,7	66,7		497	496	28	U173	130	2,1							
4.3	205	2674	50	0	100	0	68,9		517	517	28	U1	73	4,7	skål nr	100					
	205	2674	50	0	100	0	68,9		516	516	28	U64	97	3,7	våtvekt (g)	102,02					
	205	2674	50	0	100	0	68,9		498	497	28	123	70	1,8	tørrvekt (g)	80,45					
															w	27,5					
4.3	206	2093	100	25	75	26,2	78,5		498	497	14	T41	94,5	2,1	skål nr	108					
	206	2093	100	25	75	26,2	78,5		499	498	28	C73	146	2,1	våtvekt (g)	71,8					
	206	2093	100	25	75	26,2	78,5		503	502	28	B113	153	1,6	tørrvekt (g)	58,28					
	206	2093	100	25	75	26,2	78,5		500	498	28	W5	147	2,1	w	24,1					

Kalksementinnblanding														Oppdragsnr.UD359E/000631				Antatt / målt w%.26-35%							
STATENS VEGVESEN, Sentrallaboratoriet														Profil / Hullnr.207/215				Operator.				Dato.			
Blande dato	Lab. nr.	Innblanding kalk og sement								Densitet				Skjærstyrke				Vanninnhold							
		Våt-vekt	kg	kalk	sement	kalk	sement	sy lind	sy l. vekt	sy l. vekt	herdetid	hette	Su	def	stabilisert masse w%										
		g	M3	%	%	g	g	tara	fersk g	herdet g/cm ³	døgn	nr.	kPa	%											
22.3.04	221	2199	100	25	75	31,1	93,1		470	469	74	B97	209,8	1,8	skål nr	55									
									470	469	74	K63	202,9	1,6	våtvekt (g)	42,04									
									475	473	28	1640	210	2,1	tørrvekt (g)	32,21									
									473	471	28	K643	181,5	2,0	w %	32,7									
									469	468	28	I97	187	1,9	Noe leirig?										
22.3.04	222	2119	100	22,5	67,5	23,7	71,1		446	441	74	T725	88,7 Ø	2,5	skål nr	62									
		NB!	10%	Aske	Er	Tilsatt	10,5gr		492	490	74	T48	217,4	1,2	våtvekt (g)	48,96									
									496	490	28	V139	152,7	1,4	tørrvekt (g)	40,07									
									492	490	28	F21	207,5	1,4	w %	23,4									
									504	499	28	H69	218,5	1,3											
22.3.04	223	2530	120	25	75	38	114		481	480	74	B49	266,2	1,3	Skål nr.	66									
									481	479	74	1188	318,1	1,3	Våtvekt	41,00									
									480	478	28	10	153	1,0	Tørrvekt	33,58									
									480	480	28	S53	182,3	1,2	w %	23,6									
									480	479	28	5	131	2,9											

2 Stabilisering i felt – bilder/dokumentasjon

Pelene ble installert av RPP Markstabilisering AB. Prøver av de ferske pelene ble tatt av Rambøll.



3 Opptak av 54 mm prøver i ferske peler – bilder/dokumentasjon

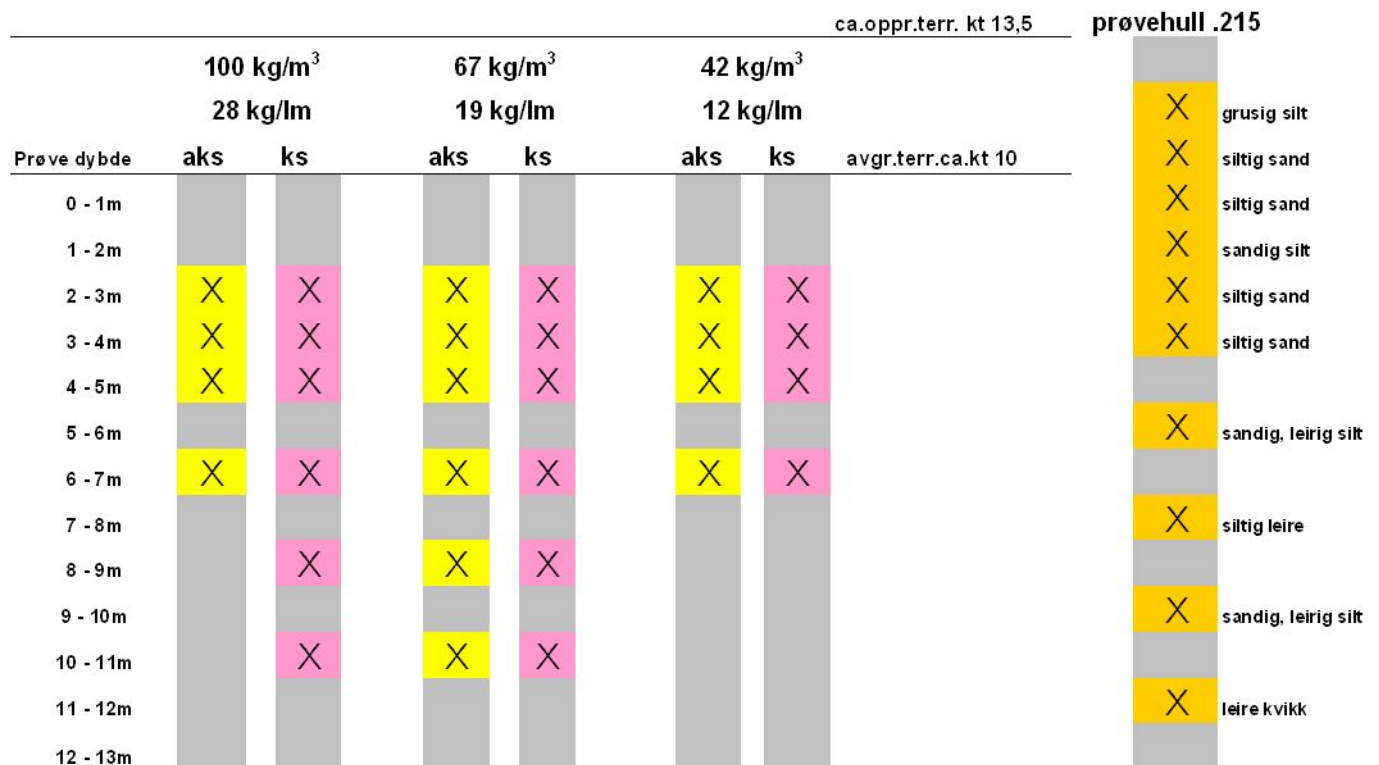
Det ble tatt opp 54 mm sylindrerprøver med vanlig geoteknisk grunnundersøkelsesutstyr. Det ble benyttet plastsylindre da disse skulle kuttes opp til 10 cm prøvestørrelse før utskyving og trykktesting ved enaksielt trykkforsøk. Prøvene ble tatt av ferske aks- og ks-peler. Det skal ikke gå mer enn 1 – 2 timer etter at innblandingsarbeidet er utført før prøvetakingen utføres. Deretter fraktes prøvene til laboratorium og behandles på samme måte som ferdig stampede prøver i laboratorium.

I figuren under vises prøveomfanget for aks-peler og kontrollen mot de tilsvarende ks-peler som ble tatt i samme område:

Nordre Avlastingsveg Ila Forsøk med aske-kalk-sement-peler

aks-pelene er satt mellom hovedsystem ks-ribbe 20 og 21

ks-pelene er satt mellom hovedsystem ks-ribbe 19 og 20 (se tegning X106)



4 Oppgraving og tilskjæring av store prøver fra aks- og ks-peler under utgraving av byggegrop – bilder/dokumentasjon

Uttak av store prøver for å utføre geotekniske prøver er utført som beskrevet under.

Noe over 6 måneder etter at stabiliseringen var utført ble det gravet ut to store prøver, en fra en aks-pel med 28 kg/lm og en fra en ks-pel med 28 kg/lm.. Det ble tatt ut prøver av god kvalitet for å sikre at det var mulig å skjære til mindre prøvestykker. Av begge disse store prøvene er det skåret ut 3 prøvestykker for enaksielle-trykkforsøk.

Prøvene er gravet ut på nivå på om lag kote +7,5 til +8,0.





Den myke siltmassen utenfor pelen graves bort fra den faste pelen. Man kan se på bildene hvordan massen oppfører seg ved utgraving. Pelene "brekkes" ut av grunnen.

Man kan se og måle stighøyden benyttet av pelemaskinen på den oppgravde pelen, se neste bilde.



De pelene det ble tatt prøve av var spesielt faste. Aks-pelene virket "seigere" enn de rene ks-pelene under gravearbeidet. Dette til tross for at det bare er 10 vektprosent av stabiliseringsmiddelet som er flygeaske. Ut fra denne observasjonen vil vi i senere bruk anbefale at også større vektprosent benyttes for å øke kohesiviteten på det stabiliserte materialet.

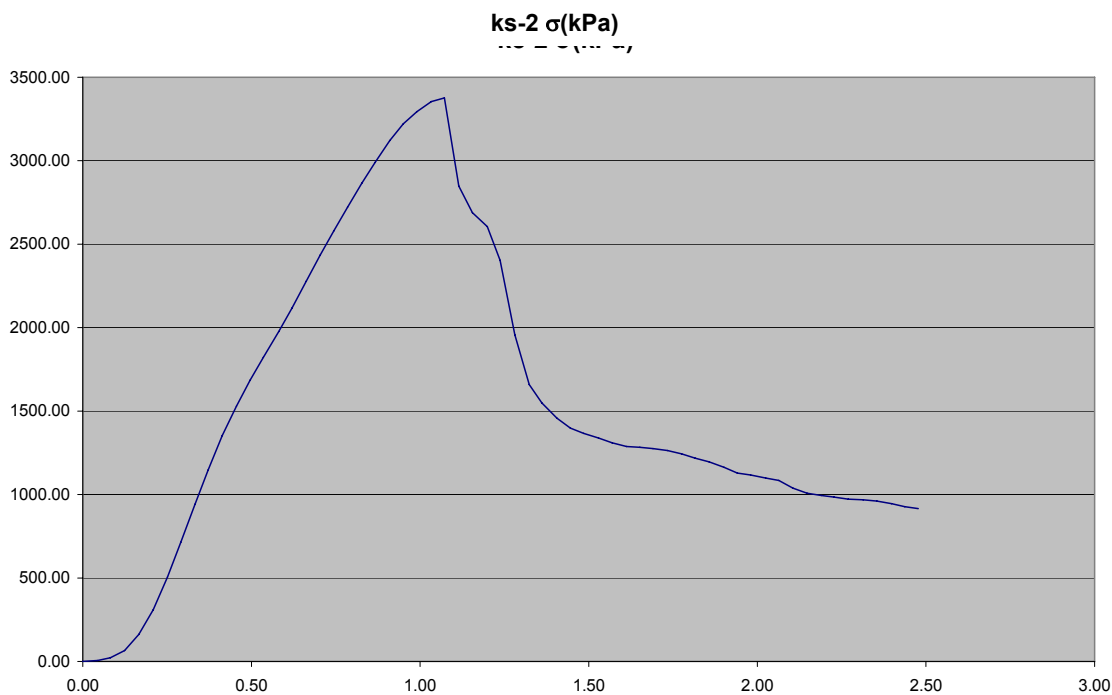
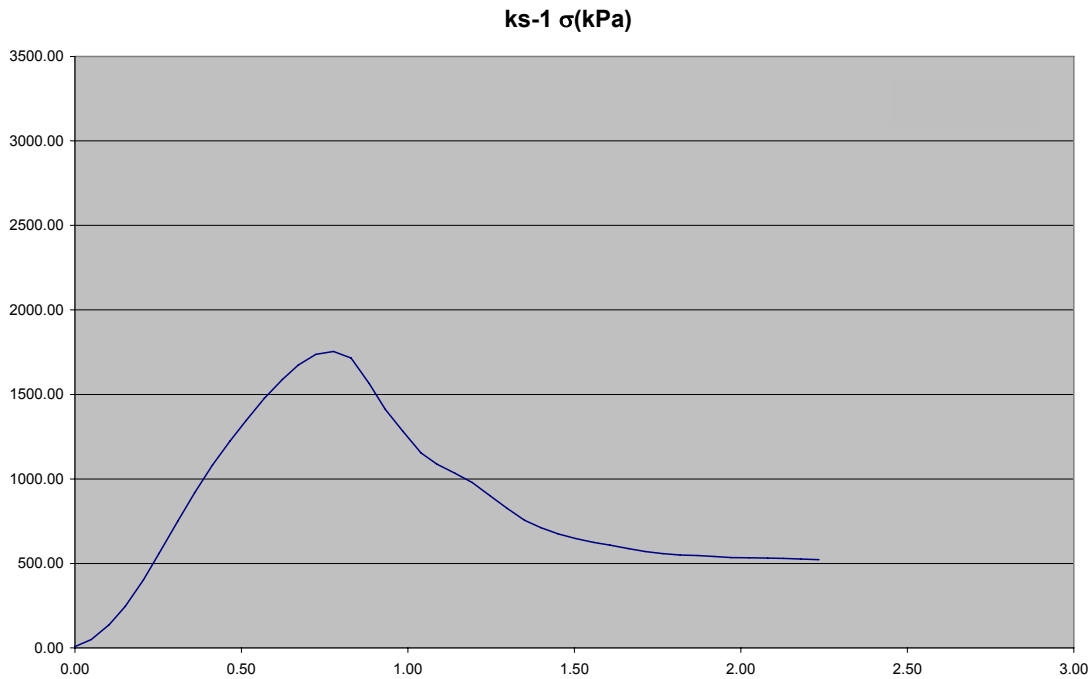
Under vises tilskjæring av stor kalk-sement-prøve. Grovtilskjæring ble utført med sirkelsag og fintilskjæring med båndsag/stikksag.

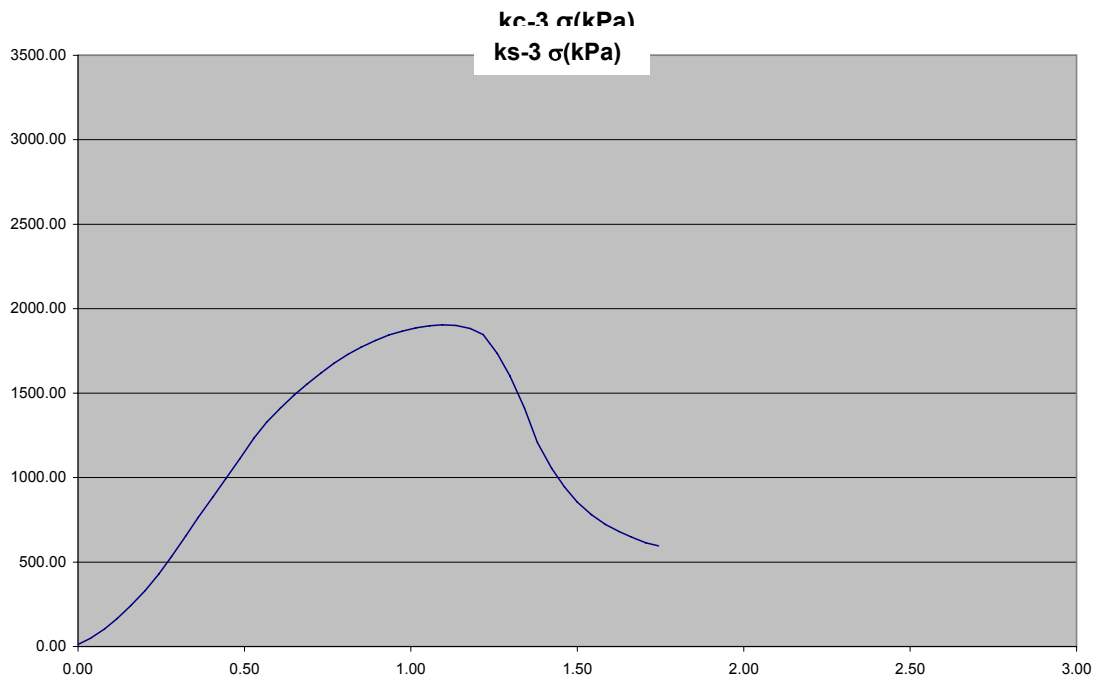


Bildet over viser ferdig tilskårne prøver klare for trykking.

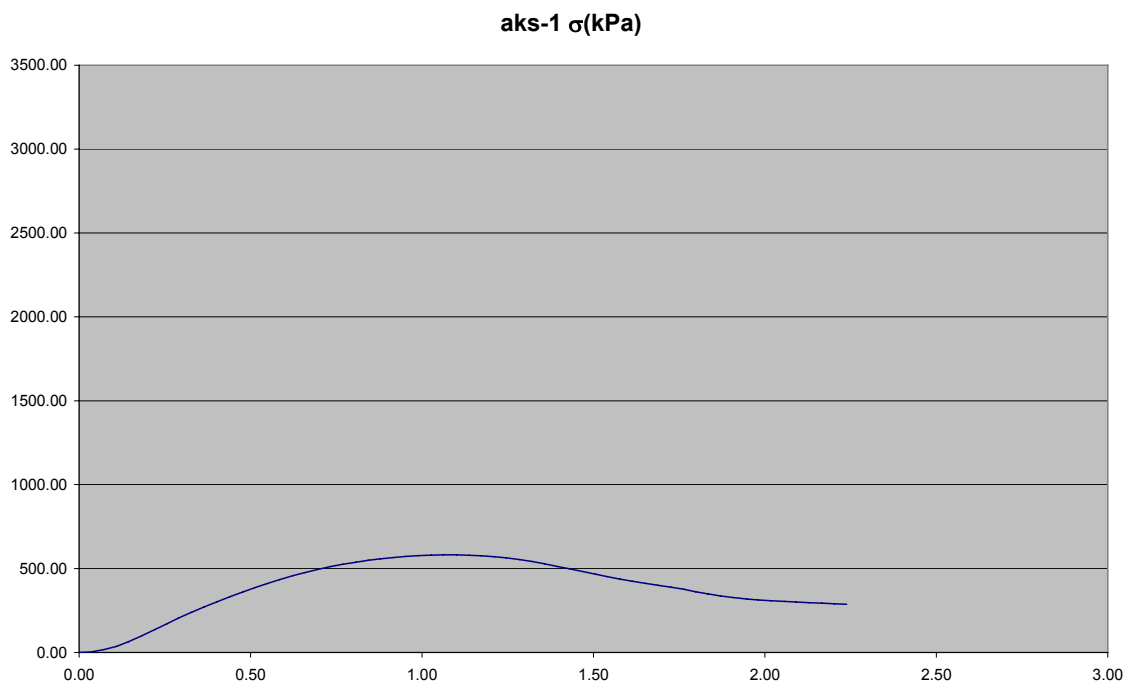
Gjennomsnittet for 180 døgns fasthet ble 500 kPa for aks-pelen og 2300 kPa for ks-pelen. Spesielt ks-pelen viser en noe uventet høy skjærstyrke. De beste prøvene vi fant ble tatt ut og det var andre peler som ikke hadde tilsvarende fasthet. Imidlertid var det en generell god fasthet på pelene. Det mest problematiske forholdet var at flere av pelene hadde en tendens til å smuldre opp under utgraving.

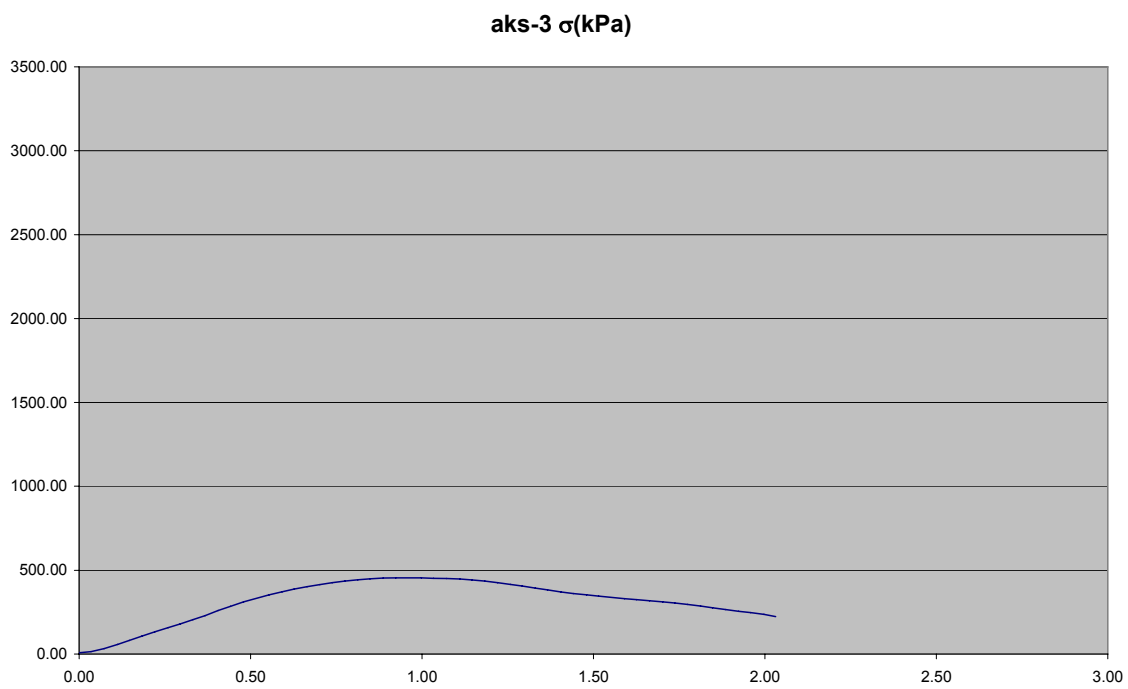
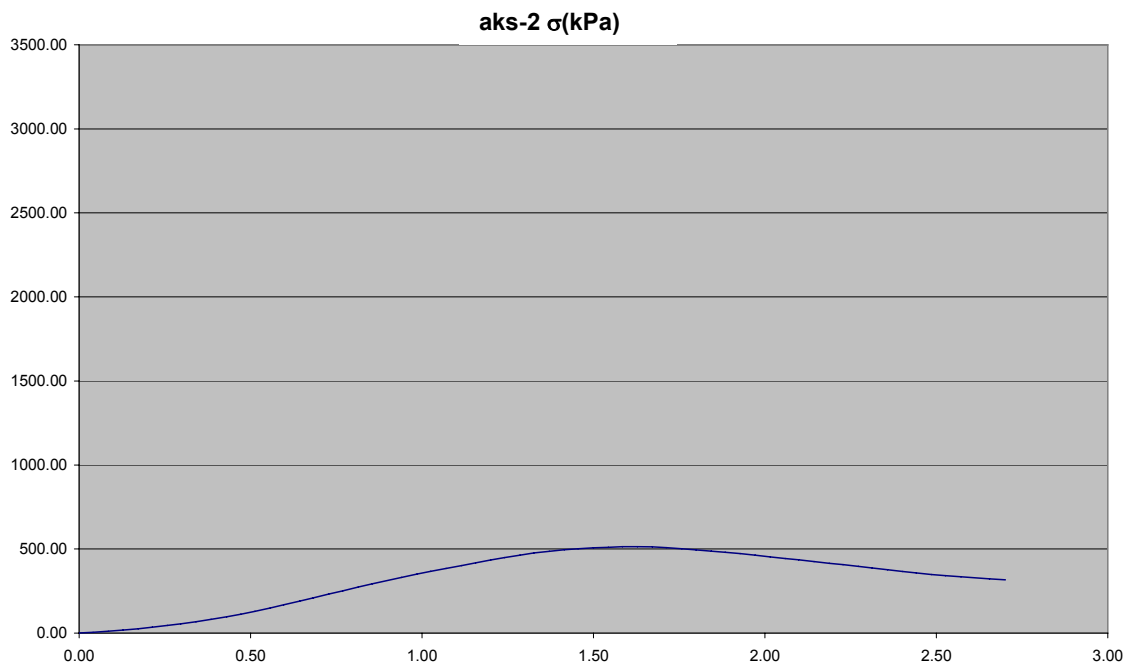
Resultater av trykkforsøkene på den oppgravde ks-pelen vises i figurene under:



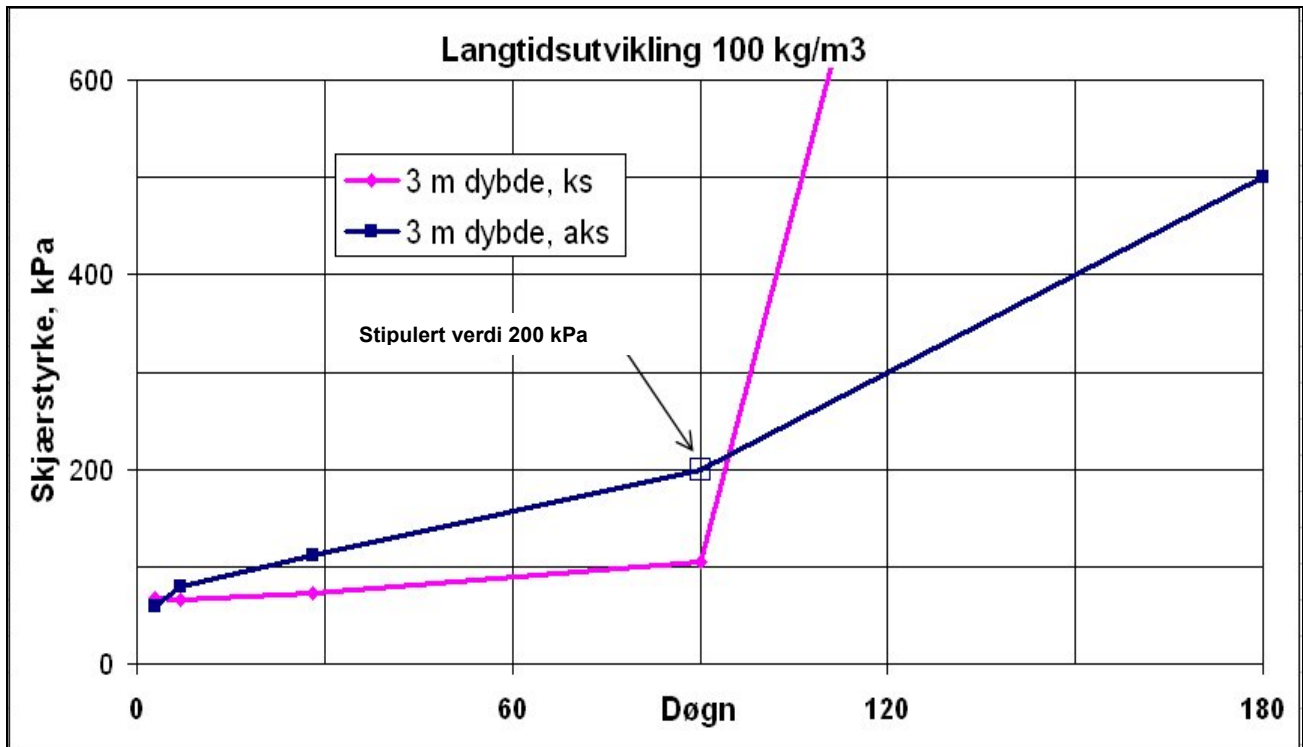


Resultater av trykkforsøkene på den oppgravde aks-pelen vises i figurene under:





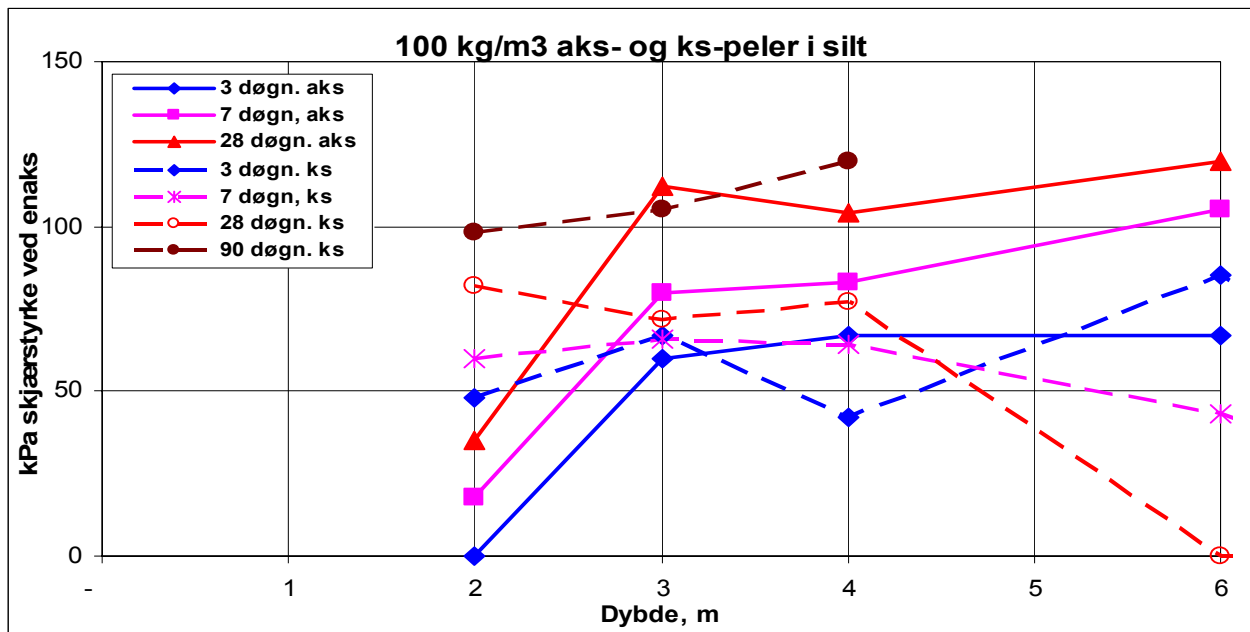
Resultater fra de store prøvene er lagt inn i grafen under sammen med resultater fra 54 mm prøvene.



Vi har lagt inn en stipulert verdi for fasthet ved 90 døgn for aks-materialet for å få en gjennomgående linje i grafen. Punktet er lagt inn for å være sammenlignbar med tilsvarende målt resultat for ks-materialet ved 90 døgn. Punktet er lagt inn på en tilnærmet rett linje fra de foregående måleresultater for kortere herdetid.

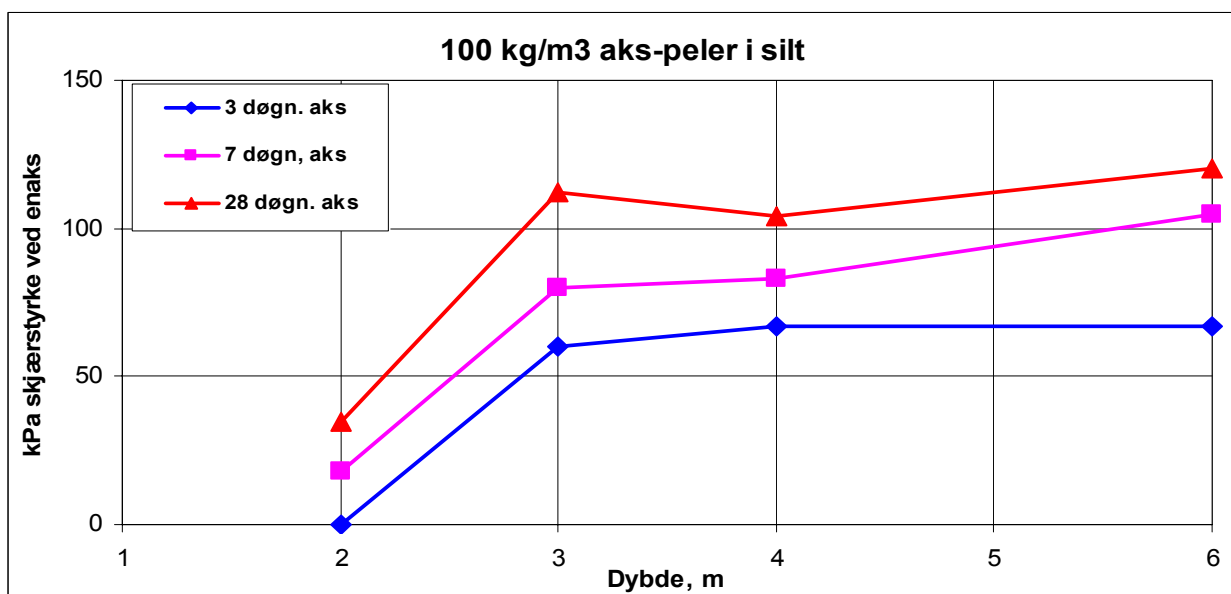
5 Resultater fra kontroll av aks-peler mot tilsvarende ks-peler med 54 mm prøver – bilder/dokumentasjon

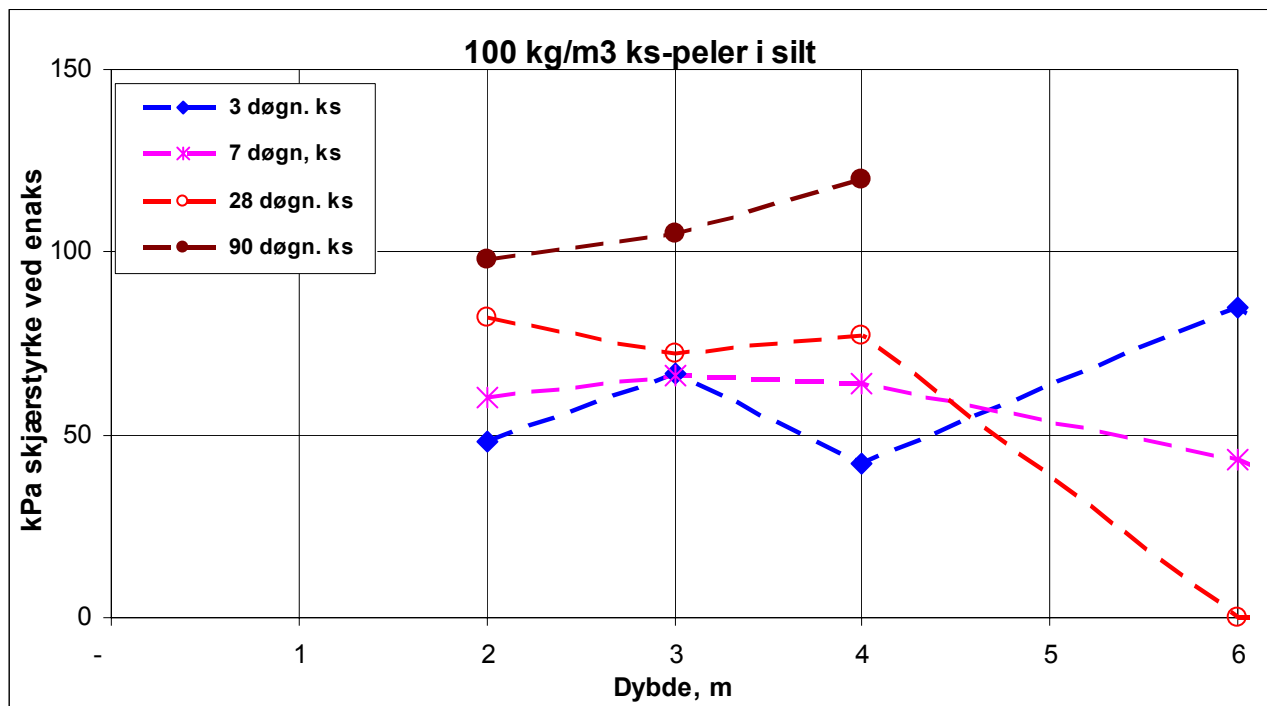
Det er gjort sammenlignende forsøk i siltmasser. Under vises hvordan ks- og aks-peler har utviklet seg i dybden og over tid ved innblanding av 100 kg stabiliseringsmiddel pr.m³ løsmasse (28 kg/lm) i pelene:



Diagrammet antyder at det er bedre kontinuitet på aks-pelene enn på ks-pelene. Kontinuiteten kan også leses ut av oppsettet over alle forsøk der det er 2 av aks-prøvene som ikke er stabilisert nok til å foreta enaksielle trykkforsøk, mens det til sammenligning er 11 ks-prøver som ikke er stabilisert nok (se etterfølgende tabeller).

Videre er det en mer fornuftig styrkeutvikling på aks-pelene enn det er på ks-pelene, se de to neste figurene. Dette kan også ha sammenheng med at aks-pelene blir mer homogene og at det ikke eroderer bort så mye av stabiliseringsmiddelet (vann og luft bobler opp fra til dels store dybder under terrengnivå under etablering av pelene) ved innvisping av stabiliseringsmiddel i siltmasser.





I grafene over er det ikke tatt med resultater som er utført på 54 mm-prøver som er angitt å være leire.

Under følger det totale oppsettet over alle 54 mm prøver som ble tatt ut fra Ila av ferske prøver fra aks-peler og sammenlignende ks-peler.

Resultat for 54 mm prøver med innblandet 100 kg/m³ (28 kg/lm pel) stabiliseringsmiddel:

Dybde z			Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m³)	w %	Herdetid		Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m³)	w %	
2	aks	28kg	23-1	Silt, finsandig -henger ikke sammen -		31.7		3 døgn	ks	28kg	37-1	Silt	48	17.2	26
			23-2	Silt, finsandig	18	16.9	37.0	7 døgn			37-2	"	60	17.5	26.4
			23-3	"	35	17.3	26.5	28 døgn			37-3	"	82	17.8	24.2
			90 døgn								37-4	"	98	17.8	24.4
3	aks	28kg	24-1	Silt	60	17.8	26.3		ks	28kg	38-1	Silt	67	17.6	26.9
			24-2	"	80	18.3	25.2				38-2	"	66	17.5	25.3
			24-3	"	112	18.0	23.2				38-3	"	72	17.6	26.9
											38-4	"	105	18.0	23.6
4	aks	28kg	25-1	Silt	67	17.8	26.6		ks	28kg	39-1	Silt	42	17.1	26.7
			25-2	"	83	17.8	25.6				39-2	"	64	17.1	24.4
			25-3	"	104	17.7	26.6				39-3	"	77	17.6	24.8
											39-4	"	120	17.2	25.1
6	aks	28kg	26-1	Silt	67	18.1	25.2		ks	28kg	40-1	Leire	85	18.7	21.2
			26-2	"	105	17.7	25.5				40-2	"	43	18.9	23.6
			26-3	"	120	17.6	25.1				40-3	" Bare delvis stabilisert		19.4	20.4
8									ks	28kg	41-1	Silt, bløt - ikke stabilisert	-	-	25.7
											41-2	"	-	-	-
											41-3	"	-	-	-
10									ks	28kg	42-1	Leire	85	(16,7)	33.1
											42-2	"	86	16.4	38.2
											42-3	"	133	16.0	37.3
											42-4	"	>250	17.1	35.2

**Resultat for 54 mm prøver med innblandet 67 kg/m³ (19 kg/lm pel)
stabiliseringsmiddel:**

Dybde z		Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m ³)	w %	Herdetid		Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m ³)	w %		
	aks	19kg	27-1	Silt, finsandig	33	17.1	31.5	3 døgn	ks	19kg	43-1	Silt	26	16.9	31.4
2			27-2	"	37	16.9	26	7 døgn			43-2	"	34	17.2	27.9
			27-3	"	73	17.4	25.7	28 døgn			43-3	"	46	17.7	27.8
								90 døgn			43-4	"	44	17.5	26.8
	aks	19kg	28-1	Silt	42	18.0	22.8		ks	19kg	44-1	Silt - prøven delte seg	-	-	23.7
3			28-2	"	46	18.1	23.2				44-2	"	20	17.2	25.7
			28-3	"	39	17.4	23.9				44-3	"	37	17.3	31.3
											44-4	"	49	16.4	30.8
	aks	19kg	29-1	Silt	30	17.3	24.8		ks	19kg	45-1	Silt	54	17.6	24.6
4			29-2	"	45	17.8	25.8				45-2	"	54	17.3	24.4
			29-3	"	60	17.8	25.8				45-3	"	76	17.0	23.1
											45-4	"	79	18.2	22.2
	aks	19kg	30-1	Silt - prøven delte seg	-	-	23.6		ks	19kg	46-1	Silt	54	17.5	22.9
6			30-2	"	31	16.9	24.3				46-2	"	70	17.5	23.4
			30-3	"	42	17.2	24.3				46-3	"	85	17.7	23.2
											46-4	"	74	17.5	24.3
	aks	19kg	31-1	Silt, leirig	60	17.5	23.3		ks	19kg	47-1	Silt	46	16.9	23.9
8			31-2	"	84	17.5	23.7				47-2	"	63	17.1	24.2
			31-3	"	100	17.8	23.8				47-3	"	84	17.4	23.7
											47-4	"	125	17.6	23.6
	aks	19kg	32-1	Leire	82	17.1	30.4		ks	19kg	48-1	Kvikkleire - ikke stabilisert	-	-	46.5
10			32-2	"	134	16.4	40.0				48-2	"	-	-	-
			32-3	"	222	16.5	39.3				48-3	"	-	-	-

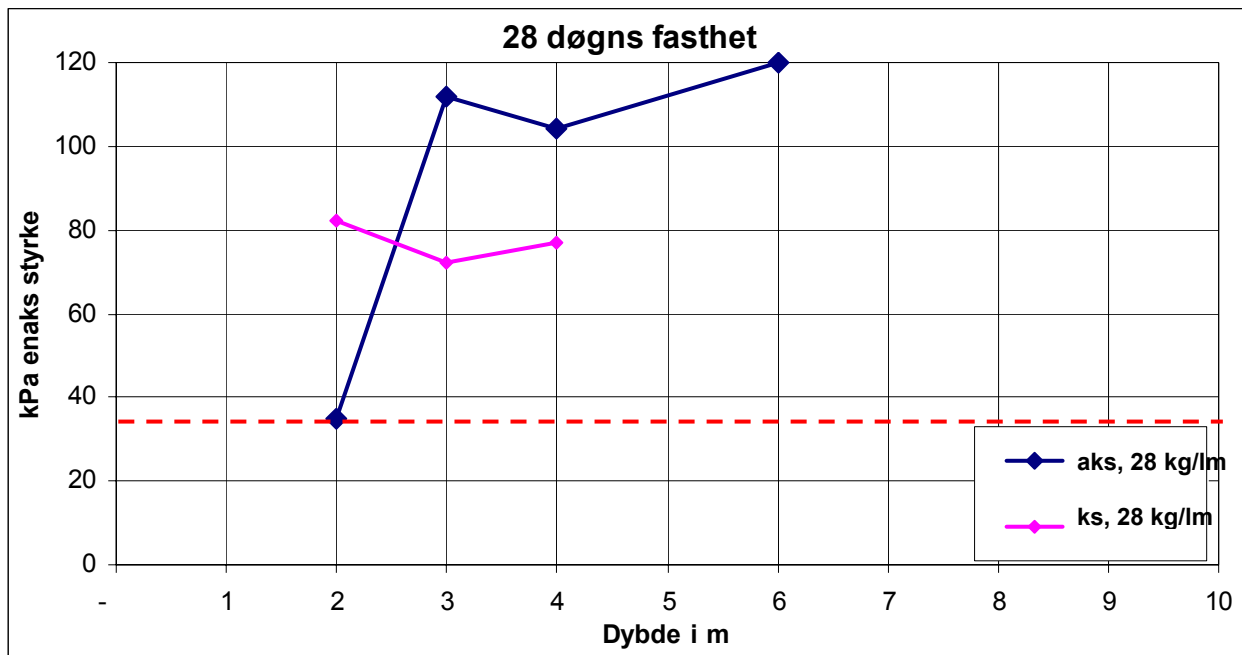
**Resultat for 54 mm prøver med innblandet 42 kg/m³ (12 kg/lm pel)
stabiliseringsmiddel:**

Dybde z		Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m ³)	w %	Herdetid		Labnr	Massetype	Su	γ (kN/m ³)	w %		
2	aks	12kg	33-1	Silt, finsandig	12	17.0	28.0	3 døgn	ks	12kg	49-1	Silt - prøven delte seg	-	24.7	
			33-2	"	33	16.5	29.3	7 døgn			49-2	Prøven smuldret (11)	-	28.1	
			33-3	"	33	16.6	24.4	28 døgn			49-3	"	22	16.4	33.1
3	aks	12kg	34-1	Silt	37	17.5	24.5		ks	12kg	50-1	Silt	28	17.7	26.1
			34-2	"	63	18.1	22.4				50-2	"	37	17.7	25.0
			34-3	"	62	18.0	23.3				50-3	"	50	17.9	24.4
											50-4	"	99	17.5	24.3
4	aks	12kg	35-1	Silt	61	18.1	25.0		ks	12kg	51-1	Silt	29	17.5	25.3
			35-2	"	52	17.7	25.3				51-2	"	57	18.2	24.4
			35-3	"	44	17.5	26.5				51-3	"	48	17.7	25.0
											51-4	"	11.5	-	26.8
6	aks	12kg	36-1	Silt	36	17.4	24.3		ks	12kg	52-1	Silt - ikke stabilisert	-	-	24.7
			36-2	"	45	17.3	23.5				52-2	"	-	-	-
			36-3	"	52	17.1	24.0				52-3	"	-	-	-

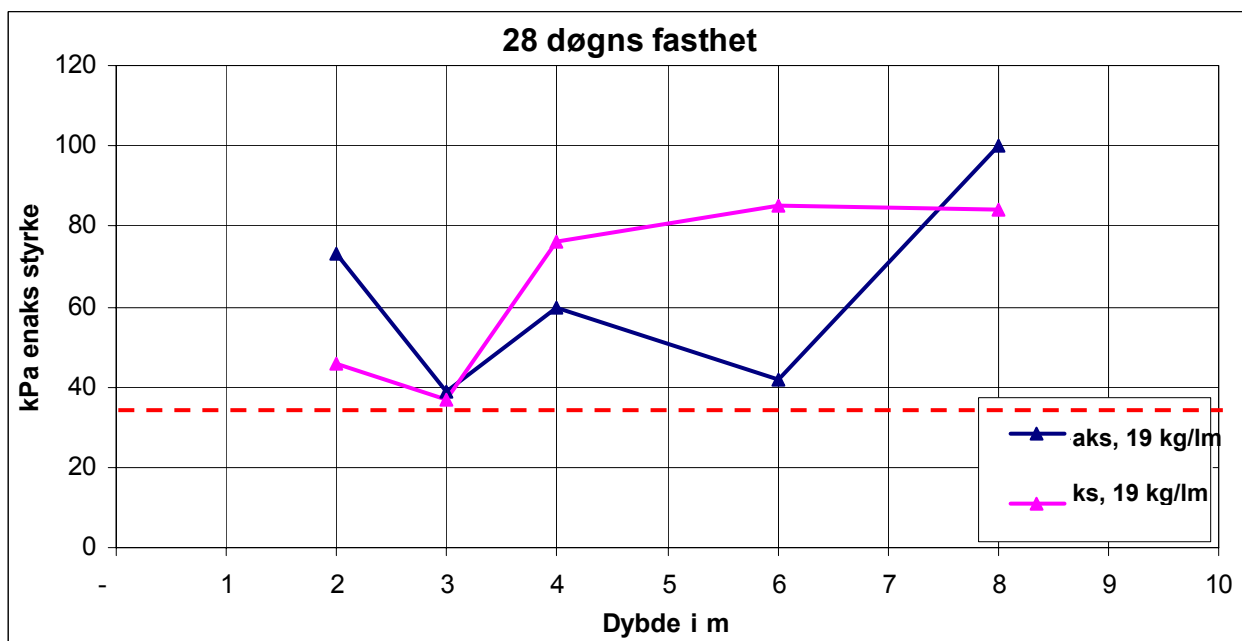
Det er også satt opp grafer over dybden som viser hvordan 28 døgnsfastheten blir ved forskjellige innblandingsmengder av stabiliseringsmiddelet med dybden.

Rød stiplet horisontal linje i grafene under viser grov angivelse av utgangsstyrken i silten før stabilisering.

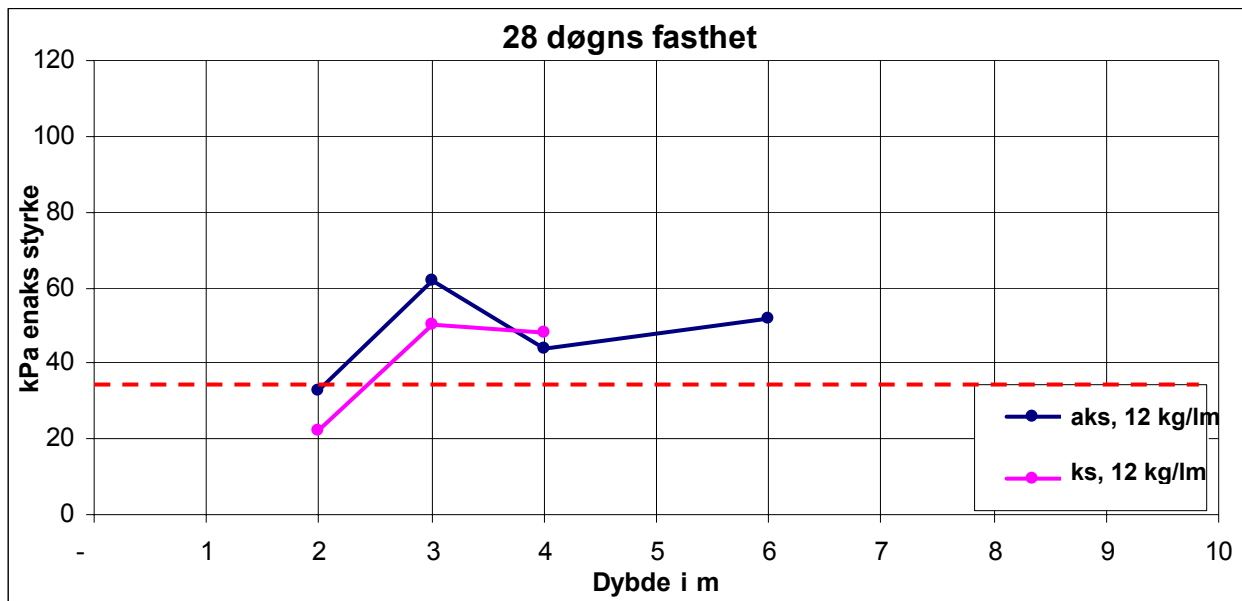
Innblandet 100 kg/m^3 (28 kg/lm pel) stabiliseringsmiddel:



Innblandet 67 kg/m^3 (19 kg/lm pel) stabiliseringsmiddel:



Innblandet 42 kg/m³ (12 kg/lm pel) stabiliseringsmiddel:

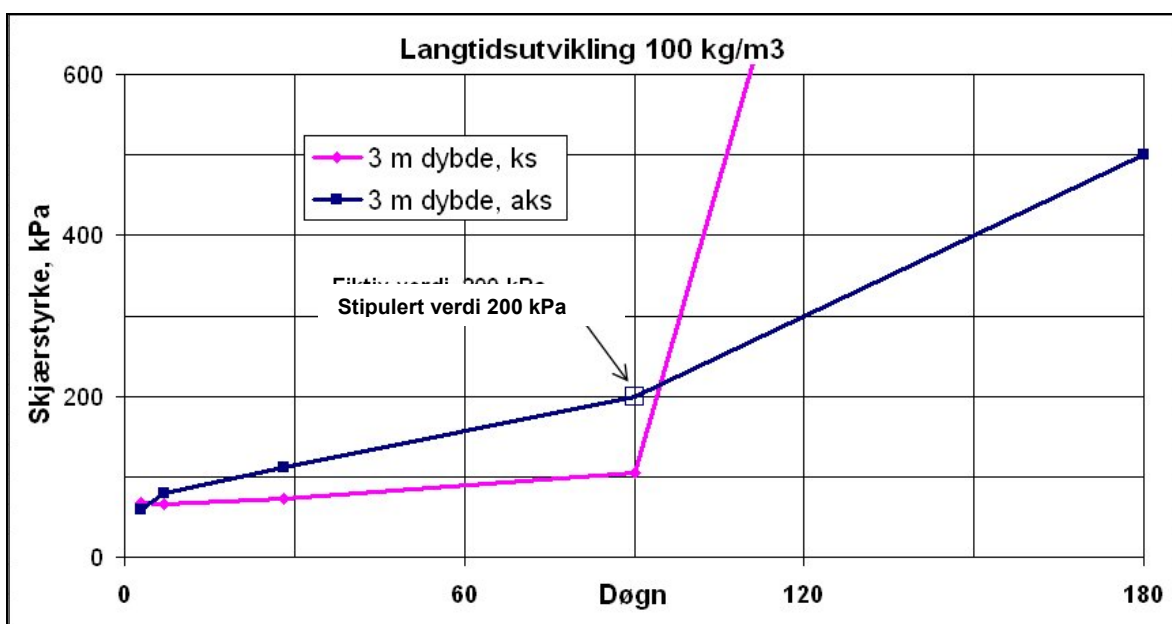


Ut fra de ovenstående grafene kan det tyde på at ved innblanding av mindre enn 100 kg/m³ i silt vil man på kort sikt generelt få liten effekt av stabiliseringen uansett hva slags middel som benyttes.

Dette kan ikke overføres direkte, men kan være riktig der man har enkeltstående peler eller peler i enkle ribber.

Ved peler satt i blokk har man vist på dette prosjektet at styrken i ks-peler øker i forhold til peler satt i ribber. Dette har sannsynligvis sin årsak i at det da blir mindre fritt vann tilgjengelig i grunnen slik at v/c-forholdet blir mer gunstig.

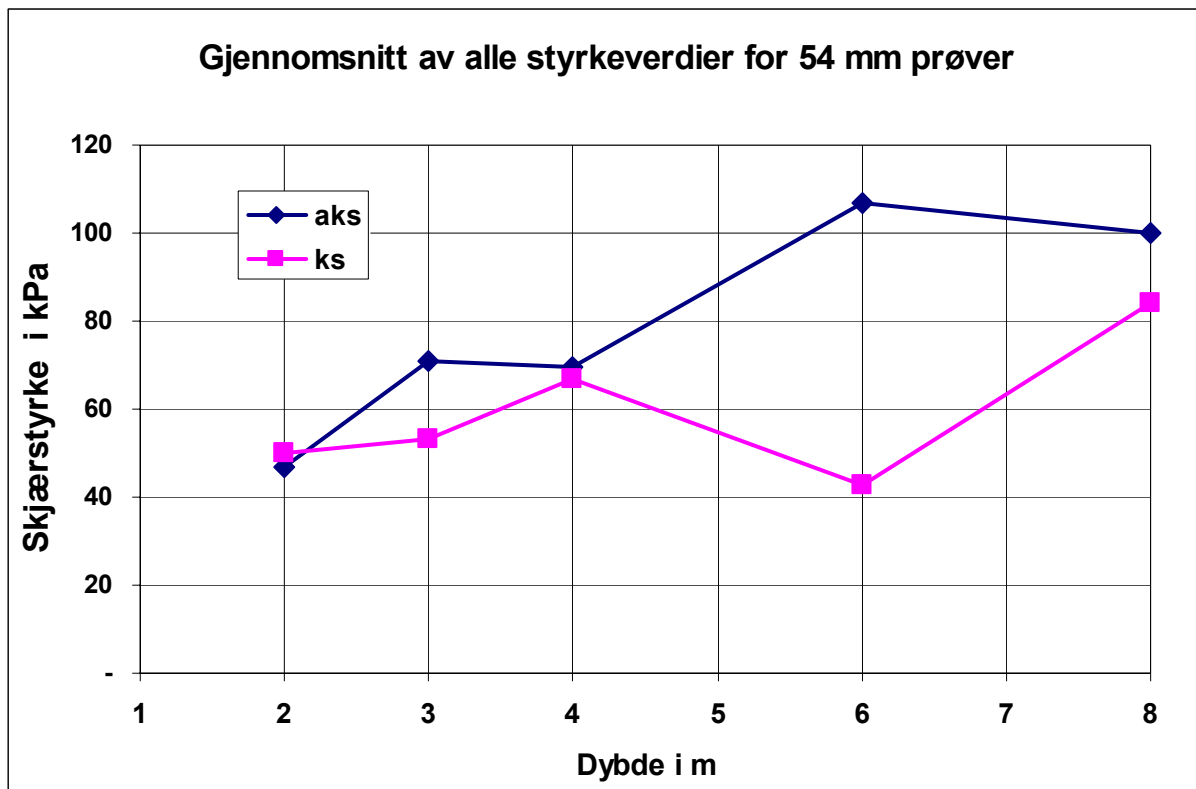
Resultater fra de store oppgravde prøvene er lagt inn i grafen under sammen med de øvrige resultatene fra 54 mm prøvene.



Grafene viser at for begge stabiliseringsmidlene øker fastheten mye fra 28 døgn til 180 døgn (6 mnd) for siltmaterialet. Prøvene ble tatt ut på om lag 3 m dybde i forhold til de kurvene som vises ovenfor.

Det ble kun tatt ut prøver av det fasteste materialet som forelå. Av denne grunn ser resultatet uventet høyt ut for 180 døgnsfastheten. Imidlertid kan det hende at man får en meget sterk fasthetsutvikling over tid i siltmaterialer i forhold til det man er vant til i leire, og at dette tas med i betraktningen ved fremdriftsvurderinger og senere testing av stabilisering av tilsvarende løsmasser.

Det er også satt opp et gjennomsnitt for alle 54 mm prøvene som er tatt i silt for alle innblandingmengder og herdetider fordelt over dybde. Resultatet vises under.



Vi kan se at det generelt er bedre resultater for aks-pelene i forhold til ks-pelene, men at dette varierer sterkt med dybden. Årsaken til variasjonene kan skyldes lagdeling i grunnen med leirlag i silten eller uregelmessigheter i forbindelse med installasjonsarbeidet.

Vennlig hilsen
OPTIMAL GEOTEKNIKK AS

Guro Brendbekken



VEDLEGG 2

"ASKER I VEGBYGGING – MILJØRISIKOVURDERING"
RAPPORT VED RAMBØLL AS

Oppdragets navn: Asker i vegbygging

Dokumentets navn: Miljøriskovurdering

Stikkord: Miljøriskovurdering, flygeaske, gjenbruksmaterial, kalksementpeler

Oppdragsgiver: Norske Skog, Skogn
Oppdragsgivers representant: Olav Norberg

Oppdragsleder Rambøll AS: Arnt Olav Håøya
Medarbeider: Guro Thue Unsgård

0	2004-11-09	10	(+ 6)	AOH	GTU	AOH
Revisjon nr.	Dato	Antall sider rapport (+ appendix)		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent

Signert rapportoriginal finnes i arkivet til Rambøll AS

Oppdragsnr.	Dokumentnr.	Filnavn
140455A	01-0	I:\140455\A\bes\rapport_01-0.doc

FORORD

Rambøll Norge AS utfører dette oppdraget for Norske Skog på Skogn med Olav Norberg som kontaktperson. Miljørisikovurderingen bygger på arbeid utført i Vegdirektoratets Gjenbruksprosjekt og arbeid utført av Rambøll for Norske Skog på Skogn.

Oppdragsleder for Rambøll Norge AS har vært Arnt Olav Håøya, og Guro Thue Unsgård har vært oppdragsmedarbeider.

Denne risikovurderingen supplerer Statens vegvesens søknad (SVV ref. 2003/14025-047) om "Utprøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler". Gordana Petkovic er kontaktperson hos Vegdirektoratet.

INNHold

1.	INNLEDNING	4
2.	BAKGRUNN	4
2.1	MÅLSETNING	4
2.2	OMRÅDE	4
2.3	ARBEIDSBESKRIVELSE	5
2.4	KJEMISKE EGENSKAPER TIL ASKE	7
2.4.1	Kjemisk sammensetning	7
2.4.2	Kjemisk tilgjengelighet	7
2.5	AKSEPTKRITERIER	8
3.	RISIKOVURDERING	9
3.1	UTFØRELSE - STABILISERING	9
3.2	UTGRAVING - GRAVING MELLOM SPUNTVEGGENE	9
3.3	DRIFT – UTLEKKING TIL RESIPIENT	9
4.	KONKLUSJON	10
5.	REFERANSER	10
6.	VEDLEGG	11

TABELLER

Tabell 1.	Kjemisk sammensetning av aske produsert fra returfiberanlegget (se vedlegg 1)	7
Tabell 2.	Tilgjengelighet av tungmetaller ved L/S=10. Sammenlikning med kriterier for inert avfall (ref SFTs brev datert 2003-02-03)	7
Tabell 3.	Utkast til akseptkriterier for helse og overflatevann ved en "Gjenbruksveg" (se også vedlegg 2)	8
Tabell 4.	Beregnet konsentrasjon i jord (mg/kg TS) og overskridelse i hht norsk norm og hh til foreslått normverdi ved aktuell arealbruk aktuell	9

FIGURER

Figur 1.	Skjematisk framstilling av innblandingsverktøy for kalksementstabilisering	5
Figur 2.	a) Plantegning som angir forsøksfelt. b) Representativt dybdeprofil (180) hvor sand og siltige løsmasser er angitt med gult (nivå 6-14 m.u.o). Orange masse fjernes når veggen anlegges (nivå 6-8.5 m.u.o).	6

VEDLEGG

Vedlegg 1.	HMS-datablad – Aske fra biobrensel (3 sider)	11
Vedlegg 2.	Risikoberegning og generelle akseptkriterier (mhp helse) for veg og veganlegg [1, 7, 8]. Konstruksjonen er av ren aske og er dimensjonert i henholdt til en "Gjenbruksveg" [4, 5].	14
Vedlegg 3.	Sammenlikning mellom metallinnhold i naturlige materialer og flygeasken fra Norske skog. Kilde Tommy Edeskaer, Luleå Tekniske Universitet	16

1. Innledning

Fra www.gjenbruksprosjektet.net (Statens vegvesen) [9]:

"Statens vegvesen ønsker å gjennomføre et prøveprosjekt med bruk av filteraske (flygeaske) fra forbrenningsanlegget til Norske skog i Skogn som tilsetning i kalksement peler. Prosjektet er Nordre Avlastingsveg i Trondheim. Beskrivelsen av anlegget og disposisjon er gitt i fortsettelsen.

Kalksement peler er i dag en utbredt metode for å stabilisere bløte og vanskelige jordarter i forbindelse med utgravinger, oppfyllinger etc og er spesielt mye brukt i veg- og jernbanesektoren. Vanligvis benyttes ulesket kalk og standard Portlandsement som stabiliseringsmiddel. Løsmassene som skal stabiliseres i dette prosjektet er siltige og vil ved tilsetning av en finere fraksjon oppnå et kunstig leir-innhold som gjør massene mer egnet til stabilisering med kalk/sement. Forhåndsundersøkelser av kalk-sementblanding med tilsatt flygeaske utførte på Vegvesenets laboratorium viser at aske kan være et godt stabiliseringsmiddel i tillegg til kalk og sement. På de prøvene vi har testet i lab ble det oppnådd mellom 10 – 25 % fasthetsøkning i forhold til stabilisering av det opprinnelige materialet. I tillegg er asken billigere og man oppnår samtidig å gjenbruke et materiale som er et deponeringsproblem og som Norske skog utreder alternative anvendelser for.

Prøveprosjektet Vegvesene ønsker å gjennomføre inkludere svært liten mengde filteraske (til sammen ca 700 kg). Asken er bundet sammen med kalk og sement og dermed lite utsatt for utlekking. Kjemiske analyser av filteraske fra forbrenningsanlegget til Norske skog har vist at materialet ikke faller under farlig avfall. På grunnlag av dette ber vi om tillatelse til å gjennomføre prøveprosjektet med flygeaske uten en forhåndsberegning av miljørisiko."

Rambøll har gjennomført flere undersøkelser av filterasken fra Norske Skog [2, 3]. SFT skriver i brev til Trondheim Havn "Avfallsklassifisering av flygeaske" (datert 2003-02-03) at filteraske fra papirproduksjonen på anlegget i Skogn ikke faller inn under farlig avfall, men under koden EAL-kode 19 01 14 "Annen flygeaske enn den som er nevnt i 19 01 13¹". Materielet vurderes derfor som et gjenbruksmateriale og det utføres en risikovurdering som å sammenstiller karakteristiske forhold ved kildematerialet (aske, stabilisert jord), transport, og eksponering til miljø og menneske.

2. Bakgrunn

2.1 Målsetning

Feltforsøket skal verifisere askens evne til å øke fastheten i siltige masser slik at disse blir mer egnet til stabilisering med kalk og sement. Den enderlige stabiliserte "formasjonen" skal spundes og delvis graves ut før vegen bygges opp og dekket legges. Miljøriskovurderingen beskriver helse og miljørisiko under stabilisering, vegbygging og drift av veganlegget.

2.2 Område

Veganlegget er lokalisert i et byområde hvor det ikke er følsomt arealbruk, uttak av grunnvann, dyrking av grønnsaker eller følsomme overvanns resipienter. Figur 2 viser hvor forsøksområdet er plassert i forhold til vegen (a) og hvilke nivå som skal stabiliseres og fjernes (b). Løsmassene i området består av sandig leirholdig silt, leire og enkelte lag av sand (figur 2). Sonen som stabiliseres består av "leirholdig silt" til "sandig leirholdig-silt". På figuren er tette spunter angitt på begge sider av forsøksområdet. Spuntene vil stå ned i leira (nivå 14 m.u.o.). Når spuntet område er utgravd ned til under orange felt, (ca. 7,5 meter) vil det bli anlagt en betongplate oppå ribbene. Grunnvann vil drenerer mot høyre på tegningen. Dette medfører at vann drenerer i spuntsjakten hvor det presses til overflaten. Dette vannet ledes kontrollert ut av området. Hydraulisk gradient er <0,05 m/m og hydraulisk ledningsevne <0,01 m/dag (silt-finsand). Fluks av grunnvann over et tverrsnitt

¹ EAL-*19 01 13 flygeaske som inneholder farlige stoffer. * = farlig avfall

på 10 meter er da <50 liter per dag. Med økt leirinnhold vil fluksen være <5 liter per dag over samme tverrsnitt.

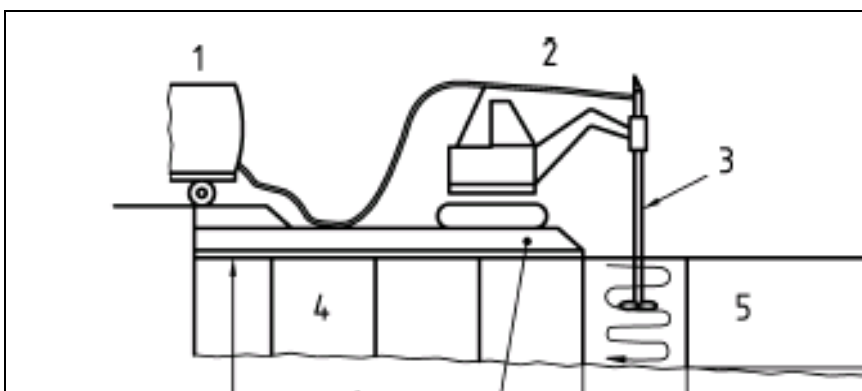
2.3 Arbeidsbeskrivelse

Følgende arbeidsprosess er hentet fra www.gjenbruksprosjektet.net (Statens vegvesen):

For hver m³ løsmasse i bakken skal det benyttes 100 kg stabiliseringsmiddel, hvorav det foreslås brukt:

- 10 – 15 kg aske
- 65 – 67,5 kg sement
- 20 – 22,5 kg ulesket kalk.

Stabiliseringsmiddel tilføres tørt fra en lukket container (1) gjennom et rør (2) som er en del av innblandingsverktøyet (3). Se Figur 1.



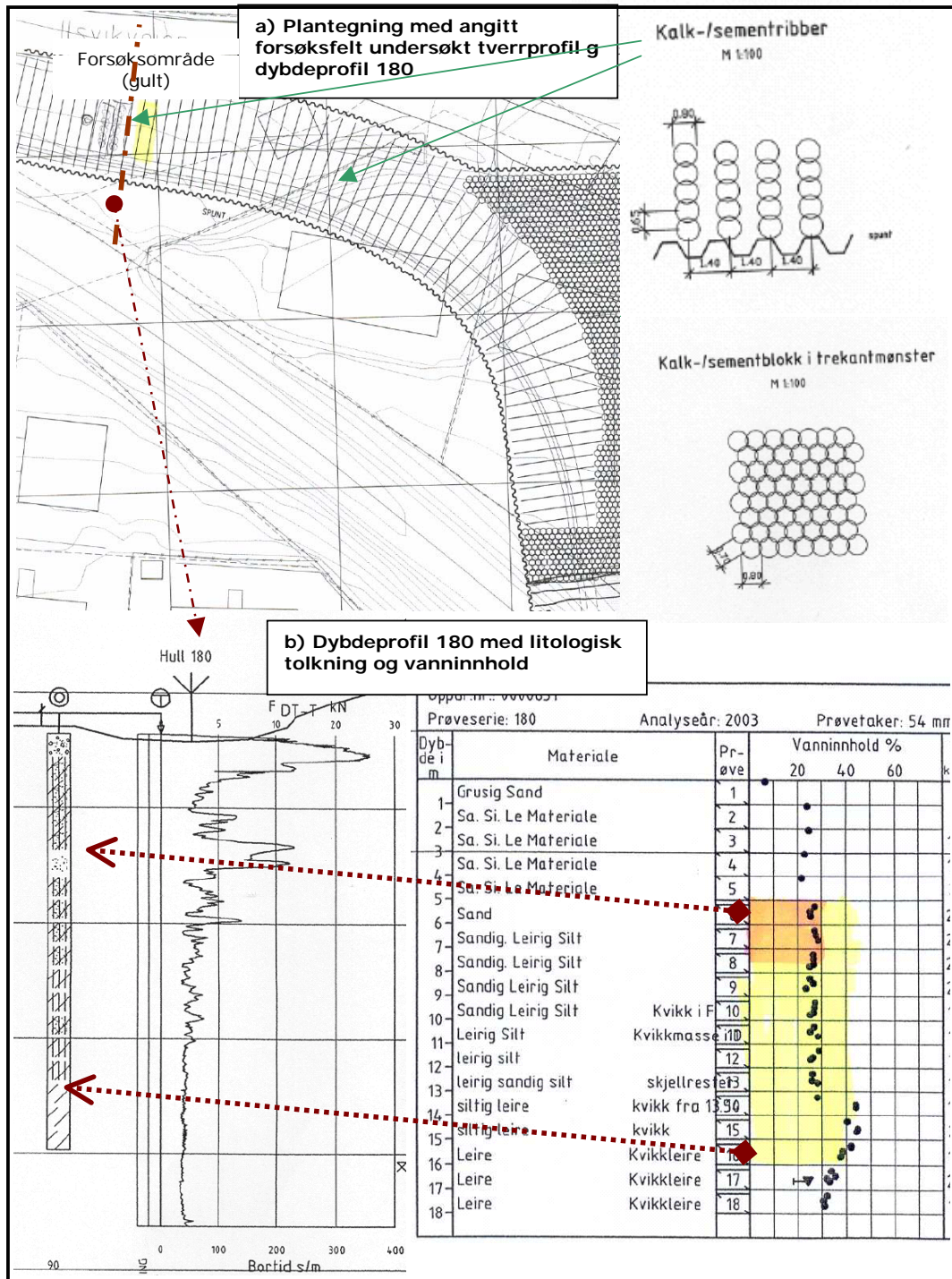
Figur 1. Skjematisk framstilling av innblandingsverktøy for kalksementstabilisering

Innblandingsmetoden beskrives under:

- I enden av innblandingsverktøyet er det en visp. Vispen føres ned til bunnen av framtidig pel igjennom løsmassene.
- Deretter roteres vispen raskt samtidig som innblandingsverktøyet heves og stabiliseringsmiddel blir presset ut med trykkluft. Det dannes en rund pel fra bunnen av og oppover.
- Innblandingen avsluttes ca. 2 m under terrengnivå slik at man ikke får utblåsning av tørt stabiliseringsmiddel til luft.
- Stabiliseringsmiddelet røres/vispes inn i løsmassene til noe som minner om en "svak" betong. Pelen herder nede i bakken og stabiliserer dermed de bløte løsmassene.
- Skjærstyrken til pelene blir i størrelsesorden 150 – 200 kPa.

Denne prøvepelingen krever endring av entreprenør og organisatorisk innsats, som vi vil vente med inntil vi får godkjenning fra SFT.

Det anvendes 5-10 kilo med aske per løpemeter stabilisert pæle. Det vil bli anvendt 250 + 500 kilo med aske.



Figur 2. a) Plantegning som angir forsøksfelt. b) Representativt dybdeprofil (180) hvor sand og siltige løsmasser er angitt med gult (nivå 6-14 m.u.o). Orange masse fjernes når vegen anlegges (nivå 6-8.5 m.u.o).

2.4 Kjemiske egenskaper til aske

2.4.1 Kjemisk sammensetning

Tabellen angir askens kjemiske sammensetning slik den er angitt på HMS Databladet. Vedlegg 2 viser sammenlikning med 99:01A for følsom arealbruk samt for en gjenbruksveg i et følsomt miljø hvor det er anleggsarbeidere som eksponeres for materialet. I vedlegg 3 er aske sammenliknet med naturlige materialer.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av aske produsert fra returfiberanlegget (se vedlegg 1)

Parameter, g/kg												
Ca	Al	Si	Mg	Fe	K	S	P	Na	Cl	Mn		
187	62	45	16	14	10	7,0	4,4	3,5	3,2	2,2		
Parameter, mg/kg												
Zn	Ti	Ba	Cu	Pb	Cr	Ni	V	As	Co	Cd	Mo	Hg
930	740	520	390	119	59	44	14	20	7,9	3,1	3,7	0,3

Resultatene er gjennomsnitt av målinger gjort på aske produsert etter oppstart av returfiberanlegget.

Summering opp til ca 880 gram vil hovedsakelig være oksider (Kalsiumoksid, aluminiumoksid, jernoksid etc)
Resterende opp til 1000 gram vil være fuktighet ca 8 %
uforbrent materiale ca 4%

2.4.2 Kjemisk tilgjengelighet

Det er utført tilgjengelighetstester på asken. Testene er utført i forbindelse med pilotprosjektet i Trondheim havn. Tabell 2 viser konsentrasjoner fra test hvor pH er justert til 7 og videre til 4. Disse konsentrasjonene er under grenseverdiene for inert avfall (da som perkolasjonstest). Tabell 2 lister opp akseptkriterium for inert avfall ved L/S=10 og sammenlikner dette med innhold i flygeaske.

Tabell 2. Tilgjengelighet av tungmetaller ved L/S=10. Sammenlikning med kriterier for inert avfall (ref SFTs brev datert 2003-02-03)

Tabell 1. Kriterier for inert avfall på grunnlag av utlekkingsforsøk (mg/kg tørrstoff)			
Komponent	Grenseverdi L/S=2	Grenseverdi L/S=10	Flygeaske L/S=10
As	0,1	0,5	0,005
Ba	7	20	
Cd	0,03	0,04	<0,001
Cr total	0,2	0,5	0,039
Cu	0,9	2	0,27
Hg	0,003	0,01	<0,001
Mo	0,3	0,5	
Ni	0,2	0,4	0,01
Pb	0,2	0,5	0,06
Sb	0,02	0,06	
Se	0,06	0,1	
Zn	2	4	0,55
Klorid	550	800	
Fluorid	4	10	
Sulfat	560	1000	
Fenol indeks	0,5	1	
Oppløst org karbon (DOC)	240	500	
Totalt oppløst stoff (TDS)	2500	4000	

Tabell 2. Kriterier for inert avfall mhp organiske komponenter (mg/kg tørrstoff)		
Parameter	Grenseverdi inert avfall	Flygeaske
Totalt org karbon (TOC)	30.000	14.000 – 107.000 ★
BTEX	6	
PCB	1	Ikke påvist over det. grensen (0.005)
Olje (C10 – C40)	500	<0,25
PAH	Best. av nasjonale myndigheter	0,0051 – 2,5 ★

2.5 Akseptkriterier

Akseptkriteriene (Tabell 3) er beregnet vha. SFT 99:01 A (helse) og er hentet fra SFTs tilstandsklasser for overflatevann (overflatevann). Det er anvendt rammebetingelser fra en "Gjenbruksveg" [4, 5] hvor konstruksjonen består av 100% aske. Kriteriene vurderes som konservative. I dette prosjektet anvendes kun småmengder aske og følgelig er det særlig helseaspektet som kan ha relevans.

Tabell 3. Utkast til akseptkriterier for helse og overflatevann ved en "Gjenbruksveg" (se også vedlegg 2)

Stoff	NN mg/kg	Gjenbruks- veg mg/kg	Stoff	Tilstands kl. II-III mg/l (2)	PNEC (mg/l) (3)	Canada mg/l (4)
Arsen	2	15.8	Arsen			0.05
Benso(a)pyren	0.1	2.4	Benso(a)pyren			
Bly	60	4106.8	Bly	0.0012		0.002
Kadmium	3	171.3	Kadmium	0.0001		0.00003
Kobber	100	459379.0	Kobber	0.0015		0.002
Krom (III)		3869408.2	Krom (III)	0.0025		0.089
Krom totalt (III + VI)	25	80.1	Krom totalt (III + VI)			
Kvikksølv	1	1461.8	Kvikksølv	0.000005		0.0001
Naftalen	0.8	44787.0	Naftalen			0.0011
Nikkel	50	2178.6	Nikkel	0.0025		0.065
PAH totalt	2	39.1	PAH totalt			
PCB CAS1336-36-3	0.01	1.4	PCB CAS1336-36-3			0.000001
Pyrene	0.19	27488.3	Pyrene			
Sink	100	2141956.5	Sink	0.02		0.03

3. Risikovurdering

3.1 Utførelse - Stabilisering

Når arbeidene gjennomføres, tas det hensyn til at det anvendes alkaliske materialer som sement og aske (se vedlegg 1). Beregningen (vedlegg 2) viser at det kun er innholdet av benzo-a-pyren 100% aske som er noe høyere enn akseptkriteriet. I beregningen er det derimot tatt høyde for at arbeidene arbeider med 100% aske hele året samt at de er i kontakt med materialet under utførelsen. I denne type prosjekt vil arbeidene ikke medføre helserisiko da HMS-retningslinjer og metodikk vil eliminere eller redusere risiko for kontakt betydelig.

3.2 Utgraving - Graving mellom spuntveggene

Det fjernes ca. 2 meter av den stabiliserte massen etter før vegkroppen anlegges. Disse stabiliserings massene vil inneholde ca. 10% av det metallet som er angitt i vedlegg 3 og denne massen vil igjen utgjøre ca. 6% av den stabiliserte jorden. Tabell 4 viser at den stabiliserte jorden ikke vil karakteriseres som "forurensset" selv etter norsk norm for følsomt arealbruk. Det er da ikke tatt hensyn til jorden og sementens innhold av forurensede stoffer. Massen kan generelt anvendes som fyllmasse til vegbygging. Det fjernes <100 kilo med aske.

Tabell 4. Beregnet konsentrasjon i jord (mg/kg TS) og overskridelse i hht norsk norm og hh til foreslått normverdi ved aktuell arealbruk

Stoff	Metal pr. 100 kg stab. Masse (mg/kg)	Metal pr. 1 m3 siltig masse (mg/kg)	NN hht SFT 99:01A mg/kg	Norm hht aktuell arealbruk mg/kg	NN hht SFT 99:01A Overskrid else	Norm hht aktuell arealbruk Overskridel se
Arsen	2	0.116	2	15.8	-94 %	-99 %
Benzo(a)pyren	0.032	0.001856	0.1	2.4	-98 %	-100 %
Bly	11.9	0.6902	60	4106.8	-99 %	-100 %
Kadmium	0.31	0.01798	3	171.3	-99 %	-100 %
Kobber	39	2.262	100	459379.0	-98 %	-100 %
Krom (III)	5.9	0.3422		3869408.2		-100 %
Krom totalt (III + VI)			25	80.1		
Kvikksølv	0.03	0.00174	1	1461.8	-100 %	-100 %
Naftalen			0.8	44787.0		
Nikkel	4.4	0.2552	50	2178.6	-99 %	-100 %
PAH totalt	0.25	0.0145	2	39.1	-99 %	-100 %
PCB CAS1336-36-3			0.01	1.4		
Pyrene			0.19	27488.3		
Sink	93	5.394	100	2141956.5	-95 %	-100 %

3.3 Drift – Utlekking til resipient

Scenariet med utlekking er relatert til en "Gjenbruksveg"-konstruksjon hvor foreslått bredde på "Det forurensede området" er 500 meter (se vedlegg 2), samt at det anvendes konstruksjon med 100% aske. En slik konstruksjon vil i hht beregningen medføre overskridelse av kriterier for overflatevann (se vedlegg 2). Dette vil derimot ikke være tilfellet i det aktuelle prosjektet. Det foreslås at denne problemstillingen utdypes i fremtidige prosjekter der den kan være aktuell. STF's modell er konservativt tilpasset jord. Ved det aktuelle anlegget vil det "lekke" <50 liter/dag med vann som har vært i kontakt med asken (se kapittel 2.2).

Dersom bredden på forurenset område endres fra 500 til 10 meter og vannføringen i overflatevann reduseres til 10% av SFTs "standard vannføring" vil ikke SFTs tilstandsklasse I-II for overflatevann overskrides. Kadmium er det element som i hht beregningen først vil overskride akseptkriteriet for overflatevann.

4. Konklusjon

Risikovurderingen konkluderer med at bruken av kalksement peler iblandet aske med meget stor sannsynlighet ikke vil medføre risiko for helse eller miljø.

Pilotprosjektet bør gjennomføres for å verifisere dette, og det bør arbeides videre med å vurdere egnet teknisk og miljøvennlig bruk av filterasken fra Skogn. Vurderingene gjøres i hht SFTs generelle kriterier for hva som er et gjenvunnet materiale [6]. Miljøriskovurderingene gjøres i hht Gjenbruksprosjektets metodikk for karakterisering av materiale og vurdering av miljörisiko [5] [4].

5. Referanser

1. Canada, E., *Canadian Water Quality Guidelines*. 2002. <http://www.ec.gc.ca/CEQG-RCQE/English/Ceqg/Water/default.cfm>
2. Gilde, T., *Laboratorieundersøkelse av fylgeaske. Datarapport*, in *Norske Skog ASA. Askedeponi i Tømmerhavna*. 2001, Rambøll Norge AS (Scandiaconsult AS): Trondheim. p. 8.
3. Gilde, T., *Sammenstilling av analyser utført på flygeasker*, in *Norske Skogindustrier AS, Flygeaske, Skogn*. 2003, Rambøll Norge AS (Scandiaconsult AS): Trondheim. p. 6.
4. Petkovic, G., A.O. Håøya, C.J. Engelsen, G. B., *Arbeidsrapport nr 01/DP2. Arbeidsrapport nr 01/DP2. Metodikk for miljöriskovurdering av vegkonstruksjoner*, S.v. Vegdirektoratet, Editor. 2003, Statens vegvesen. <http://www.gjenbruksprosjektet.net/article/articleview/154/1/125/>
5. Petkovic, G., C. Engelsen, A.O. Håøya, G. Breedveld, *Environmental impact from the use of recycled materials in road construction: Method for decision-making in Norway*. Resources, Conservation & Recycling, 2004(RECYCL 1677). www.sciencedirect.com
6. SFT, *Bygg- og anleggsavfall: Disponering av rene naturlige masser og gjenvunnet materiale.*, S. forurensningstilsyn, Editor. 2002. <http://www.sft.no/publikasjoner/avfall/1853/ta1853.html>
7. SFT, *Klassifisering av miljökvalitet i ferskvann. TA: 1468/1997*, S. forurensningstilsyn, Editor. 1997.
8. SFT, *Risikovurdering av forurenset grunn.*, S. forurensningstilsyn, Editor. 1999. <http://www.sft.no/publikasjoner/kjemikalier/1629/ta1629.pdf>
9. Vegdirektoratet, S.v., *Utprøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler (brev)*. 2004. <http://www.gjenbruksprosjektet.net/article/articleview/247/1/54>

6. Vedlegg

Vedlegg 1. HMS-datablad – Aske fra biobrensel (3 sider)

HMS – Datablad												
12.03.2003												
ASKE fra biobrensel												
1. Identifikasjon av produktet												
Handelsnavn:		Barkaske - Aske fra bark og returfiberslam										
Produsent:		Norske Skog Skogn 7620 Skogn Tlf 74087000, Faks 74087106										
Ansvarlig:		Per Nonstad, siv.ing HMS										
Utarbeidet av:												
2. Opplysninger om kjemisk sammensetning												
Parameter, g/kg												
Ca	Al	Si	Mg	Fe	K	S	P	Na	Cl	Mn		
187	62	45	16	14	10	7,0	4,4	3,5	3,2	2,2		
Parameter, mg/kg												
Zn	Ti	Ba	Cu	Pb	Cr	Ni	V	As	Co	Cd	Mo	Hg
930	740	520	390	119	59	44	14	20	7,9	3,1	3,7	0,3
Resultatene er gjennomsnitt av målinger gjort på aske produsert etter oppstart av returfiberanlegget.												
Summering opp til ca 880 gram vil hovedsakelig være oksider (Kalsiumoksid, aluminiumoksid, jernoksid etc)												
Resterende opp til 1000 gram vil være fuktighet ca 8 %												
uforbrent materiale ca 4%												
Tørr aske: Xi, R-setning 36 – 38, 43												
Fuktig aske C, R-setning 34												
3. Viktigste faremomenter												
Irriterer øyne og huden. Kan forårsake allergi ved hudkontakt. Fuktig aske er etsende												
4. Førstehjelpstiltak												
Innånding:	Hvis irritasjon, søk frisk luft, ved vedvarende nese og luftveisirritasjon kontaktes lege											
Hudkontakt:	Aska kan fremkalle hudirritasjon, lengre tids kontakt kan medføre lettere etseskader. Hvis hudirritasjon fortsetter kontaktes lege.											
Øyekontakt:	Får man aske i øynene skylles straks grundig med vann i minst 30 minutter, lege kontaktes. Skyll eventuelt til lege overtar.											
Svelging:	Ved svelging av mindre mengder, rens munnen med vann, konsulter lege. Drikk mye vann kontakt lege eller sykehus, ta med datablad.											
5. Tiltak ved brannslukning												
Produktet er ikke brennbart.												
6. Tiltak ved utilsiktet utslipp												
Fei eller spa opp mest mulig, bruk egnet verneutstyr, se punkt 7 og 8.												
Ved utslipp til vann i større mengder varsles lokalt politi.												
7. Håndtering og oppbevaring												
Konsentrert aske bør lagres på avlåst område, utilgjengelig for barn.												
Aske som lagres utendørs bør fuktes for å unngå at den blåser utover												
Norske Skog Skogn 7620 Skogn												
Side 1 av 3 HMS- datablad aske												
05.11.04												

8. Eksponeringskontroll og personlig verneutstyr

Administrative normer:	Ikke fastlagt
Forebyggende tiltak	
Åndedrettsvern:	Enkel støvmaske skal benyttes ved direkte håndtering av produktet og ved fare for at man kan puste inn støv.
Øyevern:	Bruk egnede vernebriller der det er risiko for å få aske i øynene
Arbeidshansker:	Bruk alltid hansker ved håndtering av aske og utstyr som er i berøring med aske
Verneklær:	Kjeldress bør benyttes ved håndtering av aska.
Annen informasjon:	Ta av tilsølt arbeidstøy etter endt arbeidsoperasjon. Vask huden nøye med såpe og vann etter endt arbeid. Hvis aska skal benyttes innendørs, sørg for god ventilasjon. Viktig med gode rutiner i bruk av personlig verneutstyr ved hyppige og gjentatt kontakt med aske.

9. Fysiske og kjemiske egenskaper

Egenskap	Gjennomsnittsverdi
Tørrestoff ⁽¹⁾	92 %
Askeinnhold ⁽²⁾	96 %
Egenvekt som tørt materiale ⁽³⁾ (Romvekt)	0,42 kg/l
Partikkeltetthet (Spesifikk vekt)	2,6 kg/l
pH ⁽⁴⁾	11,4

(1) Bestemt etter tørking ved 103 °C.

(2) Bestemt etter brenning i askeovn ved 800 °C.

(3) Bestemt ved fylling av aske til bestemt volum.

Bestemt ved oppløsning av 5 g tørt stoff i 100 ml destillert vann.

Aska karakteriseres som luktfri

10. Stabilitet og reaktivitet

Stabilitet:	Aska er stabil under lagring, hovedsakelig inert materiale, men man kan forvente noe utvasking med regnvann. Spredd på jord vil den høyne jordsmonnets pH og motvirke sur nedbør.
Reagerer med:	Ingen
Farlige spaltningsprodukter:	Ingen

11. Helsefareopplysninger

Generelt	Ved normal håndtering er det liten helsefare.
Innånding:	Kan medføre irritasjon og betennelse på slimhinnene
Hudkontakt:	Fuktig aske kan medføre hudirritasjon, eksem eller etseskader
Øyekontakt:	Virker irriterende på øyne. Kan medføre sårdannelse på øyne
Svelging:	Svelging av små mengder er det vanskelig å påvise noen bestemt skadevirkning, kan medføre irritasjon i svelg og spiserør.

Akutte og kroniske skadevirkninger: Ofte gjentatte eksponeringer kan gi betennelse i nesens slimhinner og med hoste.

12. Miljøopplysninger

Økotoksisitet:	LCS0 verdi for giftighet i vann er ikke målt. Utvasking av aska kan i gitte situasjoner gi forhøyede verdier av tungmetaller. Tungmetallinnholdet er over Landbrukstilsynets krav til spredning av 2 tonn gjødselsvarer pr dekar pr 10.år på jordbruksarealer for dyrking av matvarer. Tungmetallinnholdet er innenfor krav til spredning på andre grøntarealer.
----------------	--

13. Fjerning av avfall

Stoffet er ikke spesialavfall, kan deponeres på godkjent deponi, fritatt for deponiavgift da det stammer fra resirkulerte produkter.

14. Opplysninger om transport

Ikke farlig gods i henhold til transportforskriften.
Bør transporteres i bulk eller med tett pressening.

15. Opplysninger om lover forskrifter

R-setninger: 34 etsende (gjelder fuktet aske)
36 / 37 / 38 irriterer øyne, luftveiene og huden.
43 kan gi allergi ved hudkontakt

S-setninger: S-24 unngå hudkontakt. S-26 Får man stoffet i øynene skylt straks med store mengder vann og kontakt lege. S-36/37/39 bruk egnede verneklær, vernehansker og vernebriller/ ansiktsskjerm.

16. Andre opplysninger

De gitte opplysningene er ment å være retningsgivende for sikker håndtering, anvending og transport av aske. Sammensetningen er gitt etter den kunnskap vi har på utgivelsestidspunktet.

Aske er produsert etter brenning av bark, avfall fra innsamlet returpapir, slam fra avsetningsanlegget og det biologiske renseanlegget. Brenselet er brennt i en moderne fyrfjel med sirkulerende sandseng og underlagt de strengeste krav til rensing og forbrenning. Mye av askemengden stammer fra fyllstoffet, leire i ukeblad og magasiner og fra barken.

Vedlegg 2. Risikoberegning og generelle akseptkriterier (mhp helse) for veg og veganlegg [1, 7, 8]. Konstruksjonen er av ren aske og er dimensjonert i henholdt til en "Gjenbruksveg" [4, 5].

TRINN 1 (1)		Helseisiko		Beregnet kons. fra jordkons.				Økosystem (Bekk)								
Normverdi jord (mg/kg)	C _{1,95} aktuell arealbruk (mg/kg)	C _{1,95} over skrider	C _{1,95}	Innhold jord ved ber. Kons mg/kg	Grunn-vann C _{vg,mas} (mg/l)	Respi-ent C _{vg,mas} (mg/l)	Innen-derslutt C _{1,95} max (mg/l)	Grønn-saker C _{1,95} max (mg/kg)	Risk C _{1,95} max (mg/l)	Tilstands kl. I-III mg/l (2)	PNEC (mg/l) (3)	Canada mg/l (4)	Inert avfall, tilgj. test (5) (mg/l)	C _{sw,95} over-skrider CCREM (4)	C _{sw,95} over-skrider "Inert avfall" (5)	
Stoff	Arsen	2.0	15.8	27 %	20.00	2.9E-02	6.8E-03	0	1E-02	1E+00		5.0E-02	5.80E-02	-86 %	-88 %	
	Benso(a)pyren	0.1	2.4	-87 %	0.32	1.5E-06	3.6E-07	2E-14	3E-02	1E-02		2.0E-03	1.50E-01	-39 %	-99 %	
	Bly	60.0	4106.8	-97 %	119.00	5.2E-03	1.2E-03	0	2E-03	8E-01	1E-03		3.0E-05	2.00E-02	3414 %	-95 %
	Kadmium	3.0	171.3	-98 %	3.10	4.5E-03	1.1E-03	0	4E-02	3E+00	1E-04	2.0E-03	6.00E-01	300 %	-99 %	
	Kobber	100.0	459379.0	-100 %	390.00	3.4E-02	8.0E-03	0	8E-02	7E+01	2E-03		8.9E-02	1.10E-01	-100 %	-100 %
	Krom (III)		3869408.2	-100 %	59.00	1.3E-03	3.0E-04	0	3E-04	3E-03	3E-03					
	Krom totalt (III + VI)	25.0	80.1					0								
	Kvikksølv	1.0	1461.8	-100 %	0.30	6.5E-05	1.5E-05	1E-08	3E-05	3E-03	5E-06		1.0E-04	1.30E-03	-85 %	-99 %
	Naftalen	0.8	44787.0										1.1E-03			
	Nikkel	50.0	2178.6	-98 %	44.00	1.9E-02	4.5E-03	0	4E-02	5E-02	3E-03		6.5E-02	1.20E-01	-93 %	-96 %
	PAH totalt	2.0	39.1	-94 %	2.50	1.2E-05	2.8E-06	8E-11	2E-01	8E-02						
	PCB CAS1336-36-3	0.0	1.4										1.0E-06	1.00E+00		
Pyrene	0.2	27488.3														
Sink	100.0	2141956.5	-100 %	930.00	4.0E-01	9.5E-02	0	2E+00	5E+01	2E-02		3.0E-02	1.20E+00	377 %	218 %	
i t= ikke utarbeidet																
Referanser:																
(1) SFT 99:01A																
(2) SFT 97:04																
(3) EU Risk Assessment....																
(4) Canadian Council of Ministers for the Environment Freshwater Aquatic Life Guideline (CCREM)																
(5) EUs Avfallsdirektiv																
(6) Sammenstilling av analyser utført på flygeaske. SCC 20.02.2003																

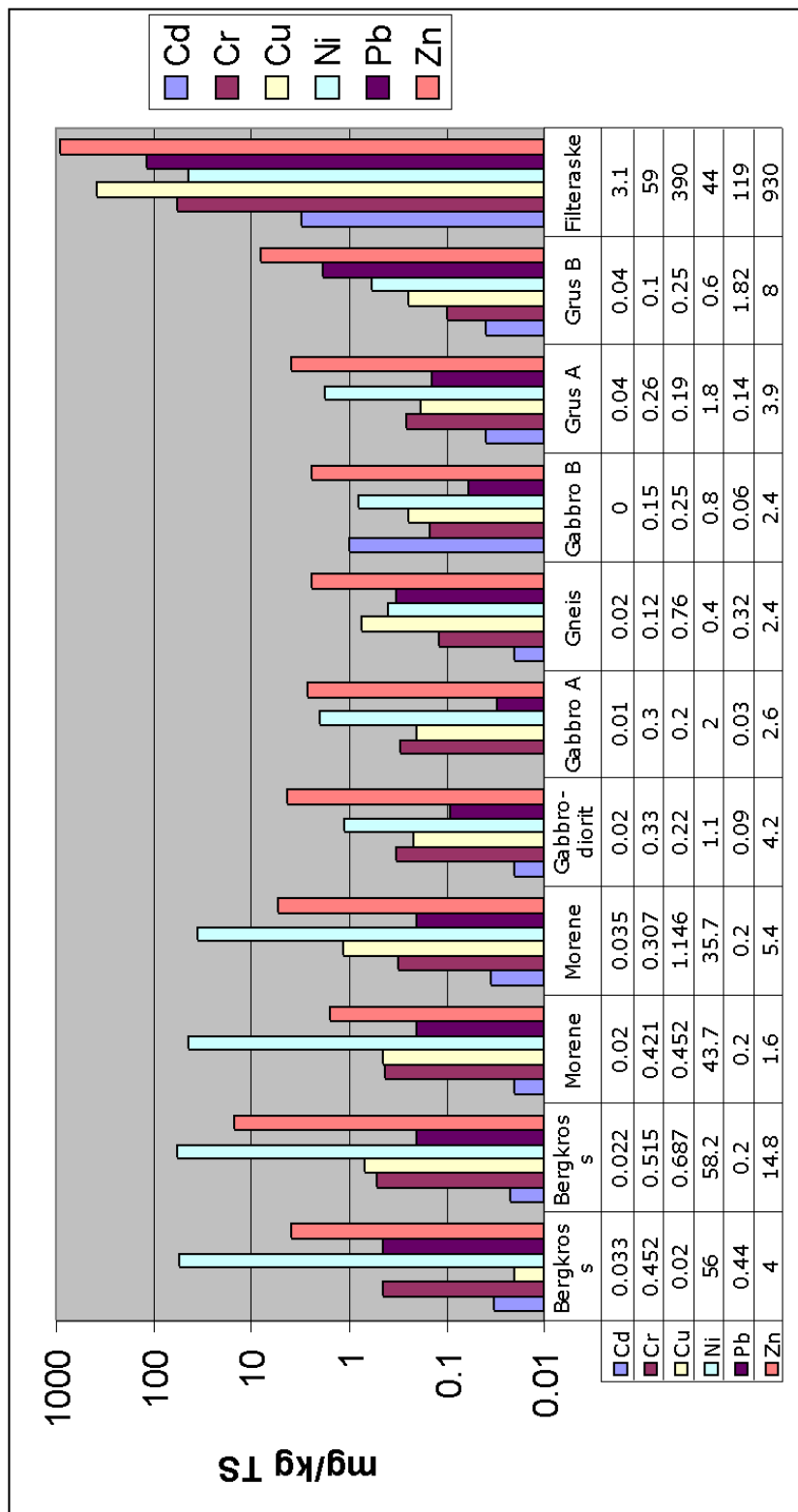
Figuren viser en vegspesifikk risikoberegning hvor SFT 99:01A er brukt sammen med tilstandsklasser, grense for tilgjengelighet for inert avfall, og kanadiske akseptkriterier (CCREM). Det tilpassede regnearket viser at asken ikke medfører vesentlig helsefare i forbindelse med anleggsarbeid ved angitt konservative eksponering (se neste side) selvom Benzo-a-pyren i beregningen er over akseptkriteriet (pga. hudkontakt). Ved utslipp til overflatevann viser konservative akseptkriterier at metaller kan medføre miljørisiko. Beregningen er derimot konservativ og dette tema må utdypes ytterligere. Fordelings koeffisientene følger den standard som er angitt i 99:01A (jord), og bør tilpasses aske.

Figuren viser en vegspesifikk risikoberegning hvor SFT 99:01A er brukt sammen med tilstandsklasser, grense for tilgjengelighet for inert avfall, og kanadiske akseptkriterier (CCREM). Det tilpassede regnearket viser at asken ikke medfører vesentlig helsefare i forbindelse med anleggsarbeid ved angitt konservative eksponering (se neste side) selvom Benzo-a-pyren i beregningen er over akseptkriteriet (pga. hudkontakt). Ved utslipp til overflatevann viser konservative akseptkriterier at metaller kan medføre miljørisiko. Beregningen er derimot konservativ og dette tema må utdypes ytterligere. Fordelings koeffisientene følger den standard som er angitt i 99:01A (jord), og bør tilpasses aske.

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0	UAKTUELL	Materialet er tildekket.
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	200 dager/år 4 timer/dag		Materialet er tildekket. Vurdering gjelder anleggsfase
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0	UAKTUELL	Materialet er tildekket
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	45 dager/år 8 timer/dag		Materialet er tildekket. Vurdering gjelder anleggsfase
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0	UAKTUELL	Materialet er tildekket
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	200 dager/år 4 timer/dag		Materialet er tildekket. Vurdering gjelder anleggsfase
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0	UAKTUELL	Gjelder ikke bygning
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0	UAKTUELL	Gjelder ikke bygning
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som	100 %	0.0 %	UAKTUELL	Ingen vannforsyning innenfor 50 meter fra trafikkert ve
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0.0 %	UAKTUELL	Areal/overvann anvendes ikke til grønnsaksdyrking
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0.1 %		Konsentrasjoner vurderes mot tilstandsklasser

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0.2	0.35 l vann/l jord		Parameter tilsvarer silt, ref Risc4
Luftinnhold i jord	θ_a	0.2	0.05 l luft/l jord		Parameter tilsvarer silt, ref Risc4
Jordas tetthet	ρ_s	1.7	1.7 kg/l jord		
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	1.00 %		
Jorda porøsitet	ϵ	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240 m ³		Utgår
Areal under huset	A	100	100 m ²		Utgår
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12 d ⁻¹		Utgår
Innlekingshastighet av poreluft	L	2.4	2.4 m ³ /d		Utgår
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0.5	0.5 m		Utgår
Diffusiviteten i ren luft	D_o	0.7	0.7 m ² /d		Utgår
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0.00001 315.36	0.000003 m/s 94.608 m/år		Grov grus=0.0002 eller sand=0.00006 eller silt=0.000003
Avstand til brønn	X	0	50 m		Privat grunnvannsforsyning nær vei
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	50 m		
Infiltrasjons faktor	IF	0.141	0.045 år/m		Fortynningsfaktor bildekk grunnvann lik 1/10 av tot inf . Fra 100 sone
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	1000 mm/år		Std scenario
Infiltrasjonshastigheten	I	0.0751389	0.045 m/år		Beregnet (IF • P ²).
Hydraulisk gradient	i	0.02	0.05 m/m		
Tykkelsen av akviferen	d_a	10	10 m		Bløt grunn som i liten grad leder vann
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5.8697689	10 m		Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	100000 m ³ /år		1000mm/år , 500m vei, 100 meter bredt tilførselsområde
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7.34	500 m		500 meter med støyvoll
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q_{di}	271.74006	23652 m ³ /år		Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

Vedlegg 3. Sammenlikning mellom metallinnhold i naturlige materialer og flygeasken fra Norske skog. Kilde Tommy Edeskaer, Luleå Tekniske Universitet





VEDLEGG 3

**SØKNAD FRA GJENBRUKSPROSJEKTET TIL SFT OM UTPRØVING AV
FLYGEASKE SOM TILSETNING I KALKSEMENTPELER**

**NOTAT FRA RAMBØLL NORGE TIL SFT MED UTFYLLENDE INFORMASJON TIL
SØKNADEN**



Statens vegvesen

Statens forurensningstilsyn
Avfallsseksjonen
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo

Behandlende enhet:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Gordana Petkovic - 22073215

Vår referanse:
2003/14025-047

Deres referanse:

Vår dato
25.06.2004

Utprøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler

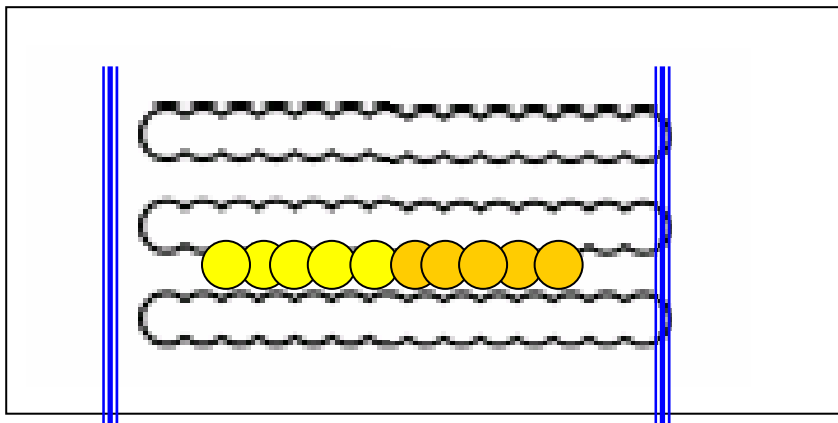
Statens vegvesen ønsker å gjennomføre et prøveprosjekt med bruk av filteraske (flygeaske) fra forbrenningsanlegget til Norske skog i Skogn som tilsetning i kalksement peler. Prosjektet er Nordre Avlastingsveg i Trondheim. Beskrivelsen av anlegget og disposisjon er gitt i fortsettelsen.

Kalksement peler er i dag en utbredt metode for å stabilisere bløte og vanskelige jordarter i forbindelse med utgravinger, oppfyllinger etc og er spesielt mye brukt i veg- og jernbane-sektoren. Vanligvis benyttes ulesket kalk og standard Portlandsement som stabiliseringsmiddel. Løsmassene som skal stabiliseres i dette prosjektet er siltige og ville ved tilsetning av en finere fraksjon oppnå et kunstig leir-innhold som gjør massene mer egnet til stabilisering med kalk/sement. Forhåndsundersøkelser av kalk-sementblanding med tilsatt flygeaske utførte på Vegvesenets laboratorium viser at aske kan være et godt stabiliseringsmiddel i tillegg til kalk og sement. På de prøvene vi har testet i lab ble det oppnådd mellom 10 – 25 % fasthetsøkning i forhold til stabilisering av det opprinnelige materialet. I tillegg er asken billigere og man oppnår samtidig å gjenbruke et materiale som er et deponeringsproblem og som Norske skog utreder alternative anvendelser for.

Konstruksjonen



Figur 1 viser prinsippet for plassering av vertikale kalksementpeler i ribber med asketilslag. Stabiliseringen skal utføres over et areal som tilsvarer ca 1.800 m² og med om lag 70 ”ribber” som varierer fra 13 – 25 m horisontal lengde mellom spuntveggene og til 13 m dybde. Utprøving med tilsetning av flygeaske ønskes gjennomført i kun en av ribbene. Den er merket på den vedlagte tegningen (vedlegg 1).

Pelene som skal installeres er 11 m lange, går 13 m ned i bakken og avsluttes 2 m under terreng. Etter at stabiliseringen er gjennomført, blir deler av pelene gravet opp og fjernet. I det området som er aktuelt å sette prøvepeler skal om lag 3 m av pelene graves bort. Dvs at det står igjen peler med 8 m lengde i bakken. Asken i disse pelene er bundet sammen med kalk og sement til en svak betong. Den delen av pelen som blir gravet ut vil mest sannsynlig smuldre opp under utgravningen.



Figur 1. Prinsipp for plassering av peler med aske i en kalksementribbe

Pelene settes i ribber mellom spuntvegger som vist i figuren over. Prøvepelene blir konsentrert i én ribbe, og vi foreslår å utføre til sammen 10 peler med tilsetning av filteraske:

-  Pel med Ø 80 cm og 5 kg aske pr. 1 m.
-  Pel med Ø 80 cm og 7,5 kg aske pr. 1 m.

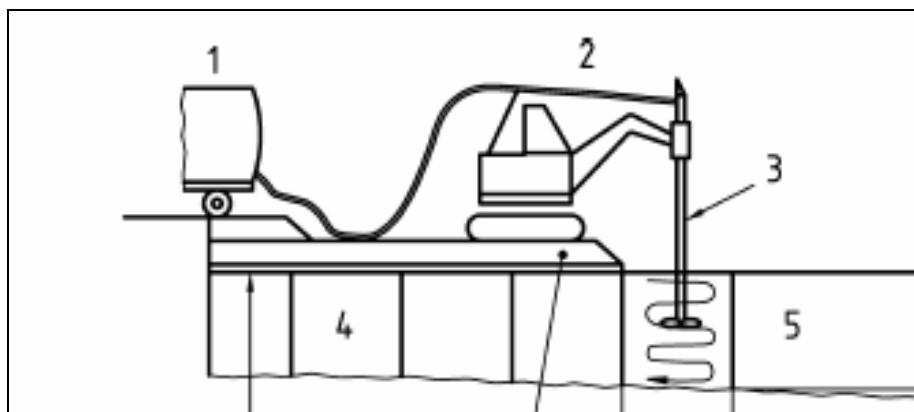
Total mengde aske som blir benyttet blir ca 700 kg. Av dette blir om lag 200 kg gravet opp igjen og 500 kg blir liggende i bakken i form av stabilisert materiale. Materialet som graves opp skal i stor utstrekning benyttes i laboratorieforsøk. Det overskytende blir lagt i fylling eller deponi.

Materiale og fremstilling

For hver m³ løsmasse i bakken skal det benyttes 100 kg stabiliseringsmiddel, hvorav det foreslås brukt:

- 10 – 15 kg aske
- 65 – 67,5 kg sement
- 20 – 22,5 kg ulesket kalk.

Stabiliseringsmiddel tilføres tørt fra en lukket container (1) gjennom et rør (2) som er en del av innblandingsverktøyet (3). Se Figur 2.



Figur 2. Skjematisk framstilling av innblandingsverktøy for kalksementstabilisering

Innblandingsmetoden beskrives under:

- I enden av innblandingsverktøyet er det en visp. Vispen føres ned til bunnen av framtidig pel igjennom løsmassene.
- Deretter roteres vispen raskt samtidig som innblandingsverktøyet heves og stabiliseringsmiddel blir presset ut med trykkluft. Det dannes en rund pel fra bunnen av og oppover.
- Innblandingen avsluttes ca. 2 m under terrengnivå slik at man ikke får utblåsning av tørt stabiliseringsmiddel til luft.
- Stabiliseringsmiddelet røres/vispes inn i løsmassene til noe som minner om en ”svak” betong. Pelen herder nede i bakken og stabiliserer dermed de bløte løsmassene.
- Skjærstyrken til pelene blir i størrelsesorden 150 – 200 kPa.

Denne prøvepelingen krever endring av entreprenør og organisatorisk innsats, som vi ventet med inntil vi får godkjenning fra SFT. Vi vet om et prosjekt som er utført med aske i Sverige tidlig på 80-tallet og vil få tilsendt dokumentasjon derfra.

Forhåndsdokumentasjon

Rambøll Norge i Trondheim har gjennomført flere undersøkelser av filteraske fra Norske skog. Vi viser til rapporter ”Askedeponi i Tømmerhavna” datert 2003-01-21 og ”Sammenstilling av analyser utført på flygeaske” av SCC Trondheim, datert 2003-02-20. Vi viser også til SFTs brev til Trondheim Havn ”Avfallsklassifisering av flygeaske”, datert 2003-02-03”, der man slår fast at filteraske fra papirproduksjon på anlegget i Skogn ikke faller inn under farlig avfall, men under EAL-kode 19 01 14.

Konklusjon

Prøveprosjektet vi ønsker å gjennomføre inkludere svært liten mengde filteraske (til sammen 700 kg). Asken er bundet sammen med kalk og sement og dermed lite utsatt for utlekking. Kjemiske analyser av filteraske fra forbrenningsanlegget til Norske skog har vist at materialet ikke faller under farlig avfall. På grunnlag av dette ber vi om tillatelse til å gjennomføre prøveprosjektet med flygeaske uten en forhåndsberegning av miljørisiko.

Vegdirektoratet
Med hilsen

Helen Aagot Riddervold
teknologidirektør

Gordana Petkovic
prosjektleder for Gjenbruksprosjektet

Oppdrag: Asker i vegbygging
Tema: Metaller, POP og miljørisiko
Oppdragsgiver: Norske Skog ved Ola Norberg
Notat nr.: 02-1

Rambøll Norge AS
Engebrets vei 5
Pb 427 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf +47 22 51 80 00
Fax +47 22 51 80 01

www.ramboll.no

Dato 2004-12-02 Vår ref. 140455/AOH02 Deres ref.

Notatet er et tillegg til Statens vegvesens søknad "Utprøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler". Gordana Petkovic er kontaktperson hos Vegdirektoratet. (Ref. 2003/14025-047) [1]

Revisjon 2: Tilpasset SFTs brev datert 26.11.2004. SFT ref 2004/764 482

Til: Statens forurensningstilsyn, LAV ved Lise K. Jensen
Kopi til: Gordana Petkovic (Statens vegvesen) og Ola Norberg (Norske Skog, Skogn)
Fra: Arnt-Olav Håøya, Rambøll

Utprøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler Askens innhold av og metall og dioksin. Utdypende kommentar til variasjoner og grenseverdier.

Det henvises til Vegdirektoratets søknad og oversendt risikovurdering. SFT har i forbindelse korrespondanse med Gjenbruksprosjektet ytret at det gis tillatelse til prosjektet forutsatt at asken ikke inneholder dioksin samt at metallinnholdet som er anvendt i risikovurderingen er representativt for asken som anvendes. Gjenbruksprosjektet og Norske Skog svarer her på SFTs forutsetninger.

Metaller: Norske Skog anser aske kvaliteten fra databladet som representativ for asken som vil bli anvendt i kalksementpelene. Risikovurderingen for dette prosjektet viser også at eventuelle variasjoner (vedlegg 1) i metallinnhold ikke vil være kritisk for hverken helse eller miljø.

Dioksin: Norske Skog har analyser på dioksin (sum PCDD) fra NILU datert 08.03.01, 09.12.02, 6.10.03 og 09.03.04. Analysene viser et innhold på henholdsvis 3.1, 17.5, 50¹ og 6.2 ngTE²/kg (tilsvarer pgTE/g) (vedlegg 1). EUs grense for innhold av dioksin i næringsmidler er 2 ngTE/kg. SFTs grense for ren aske har en dioksingrense på 10 ng/kg. I kalk seMENTpelen vil innholdet av dioksin være betydelig under denne grensen.

EUs POP³-forordning angir at fra desember 2005 vil bl.a. flygeaske være regulert med en grenseverdi for innhold av dioksin. Under grenseverdien kan den anvendes i bygningsmaterialer eller deponeres som "ikke farlig avfall". Mye tyder på at denne verdien blir 15 µg/kg. Dette tema er utredet av Søren Dalager fra Rambøll (se vedlegg 2).

Innholdet av dioksin i "kalk-seMENT-askeblandingen" (produktet) vil være <0.1 ng/kg, mens innholdet i ferdig stabilisert jord vil være <0.01ng/kg.

¹ Pers.kom. Olav Norberg, Norske Skog Skogn

² Toksiske ekvivalenter

³ Persistent organisk forurensning

Anbefaling: Det anbefales at prosjektet gjennomføres som planlagt da innholdet i asken er <10ng/kg samt at innholdet i stabiliseringsproduktet "kalk-sement-asker" er <0.1ng/kg. SFT stiller krav til at det foreligger representative prøver av asken som anvendes til kalksement forsøket.

SFT har satt at et dioksininnhold på <10 ng/kg er ukontaminert og uproblematisk, mens et innhold mellom 10-10000 ng/kg er forurensset og kan være problematisk. Når asken er forurensset kreves dokumentasjon på utlekking av dioksin.

Med vennlig hilsen
Rambøll Norge AS

Arnt-Olav Håøya

Referanser:

1. Vegdirektoratet, S.v., 2004, Utpøving av flygeaske som tilsetning i kalksementpeler (brev), <http://www.gjenbruksprosjektet.net/article/articleview/247/1/54>
2. SFT, 1999, Risikovurdering av forurensset grunn., S. forurensningstilsyn, <http://www.sft.no/publikasjoner/kjemikalier/1629/ta1629.pdf>
3. Gilde, T., 2003, Sammenstilling av analyser utført på flygeasker, 620429A 01-0, Rambøll Norge AS (Scandiaconsult AS)
4. Dalager, S., *Kommentarer til "POP Regulation 850/2004/EC of 29 April 2004"*. 2004, Rambøll: Virum. http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2004/l_158/l_15820040430en00070049.pdf

Vedlegg 1. Analyseresultater fra 2003 [3]. * med returfiber slam. ** uten returfiberslam. Metallanalyser er utført av Norske Skog og dioksinanalysene er utført av NILU. Dioksinanalyser er fra 2001,

Rapportreferanse [3].	1	2	3	4	5	8
As mg/kg		5,0 – 39,5, gj.sn 20 *			34 * 30 **	20
Pb mg/kg		19 – 369, gj.sn 115 * 20,3 – 95, gj.sn 35 **			96 * 60 **	82
Cd mg/kg		1,3 – 10,9, gj.sn 3,1 * 2,8 – 11,1, gj.sn 6 **			2 * 1,6 **	1,2
Cu mg/kg		268 – 643, gj.sn 453 * 72,2 – 134, gj.sn 101 **			290 * 250 **	492
Cr mg/kg		38 – 106, gj.sn 60 * 19,4 – 74,6, gj.sn 45 **			52 * 42 **	41
Hg mg/kg		0,15 – 0,55, gj.sn 0,34 * 0,11 – 0,55, gj.sn 0,24 **			0,24 * 0,17 **	0,32
Ni mg/kg		28 – 71, gj.sn 41 * 37,3 – 65,4, gj.sn 52 **			35 * 29 **	28
Zn mg/kg		510 – 2170, gj.sn 912 * 1030 – 2380, gj.sn 1733 **			770 * 730 **	696
PAH mg/kg					2,5 * 0,0051 **	0,059
PCB mg/kg					i.p.	i.p.
THC mg/kg					<0,25	
Dioksiner pg/g			17,5	3,02		
pH	12,3	10,2 – 12,6, gj.sn 12,1 *				

Results of PCDD/PCDF Analysis



Encl. to measuring report: Q-2557

NILU sample number: 04/212

Customer: Norske Skog

Customers sample ID: Flygeaske K6

Sample type: flygeaske

Sample amount: 1,3g

Total sample amount: 1,3 g

Concentration units: pg/g

Data files: VA744_diox_09-03-2004

Kjeller, 09.03.04

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	I-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	2,81	58	2,81	2,81	2,81
12378-PeCDD	2,85 i	55	1,43	1,43	2,85
123478-HxCDD	1,50 i	45	0,15	0,15	0,15
123678-HxCDD	1,56 i	48	0,16	0,16	0,16
123789-HxCDD	0,69 i		0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDD	15,3	39	0,15	0,15	0,15
OCDD	23,3	43	0,02	0,02	0,00
SUM PCDD			4,78	4,78	6,19

Vedlegg 2. Kommentarer (datert 2004-11-18) til "REGULATION (EC) No 850/2004 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC". [4]

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2004/l_158/l_15820040430en00070049.pdf

POP Regulation 850/2004/EC of 29 April 2004

In more plain words the Regulation says:

The international community has decided that a number of POPs are so harmful that they shall no longer be produced, marketed or used, and existing stocks of these substances shall be destroyed. Moreover, the *unintended production of e.g. dioxins* shall be minimised and wastes containing dioxins shall be destroyed or safely deposited. With this aim, the Stockholm Convention and the POP Protocol have been adopted. Both of these entered into force recently.

The scope of the two documents differs a little; most noteworthy by PAHs being embraced by the Protocol but not by the Stockholm Convention.

The European Commission is a signatory to both agreements. Probably in an effort to make them more binding and operational within the EU, the Council and the Parliament have adopted Regulation 850/2004, which is also in force.

From a waste management point of view, Article 7 is of prime interest. The main rule (Article 7.2) is that wastes contaminated with one or more of 14 specific substances including PCDD/PCDF shall be disposed or recovered without undue delay by physico-chemical treatment, incineration or use as a fuel, i.e. operations which destroy or decontaminate the waste.

Realizing, however, that some wastes, including bottom and fly ash from waste incineration, cannot be treated according to Article 7.2, Article 7.4 (a) opens for other recovery or disposal methods, provided that the content of the relevant substances are below some concentration limits (ppm) to be specified in Annex IV before 31 December 2005.*). Consequently, the limits may be considered as thresholds at which the Regulation starts to apply.

Bottom ash with a POP content below these limit values may thus still be re-used in building and construction works, which is a recovery operation, or disposed at a landfill for non-hazardous waste.

On the other hand, bottom ash with a POP content above the specified limit falls under Article 7.2 or – "in exceptional cases" – under Article 7.4 (b). To the extent that it is only contaminated up to another (higher?) concentration limit to be specified in Annex V, part 2 before 31 December 2005, such bottom ash may be deposited in underground formations, salt mines or at landfills for hazardous waste. If it does not fulfill this additional limit value, it can only fall under Article 7.2.

The residues from the flue gas treatment processes will normally have the highest PCDD/PCDF concentrations. Already according to the existing acceptance criteria for landfills, these products will have to be disposed of in salt mines because of their leaching properties. In future, this will additionally require that they are below the concentration limits in Annex V. If they are not, they can only fall under Article 7.2.

*) Recently we have been informed – unofficially – that the limit value for dioxins to be entered into Annex IV will be 15 µg/kg.

Yours faithfully,

Søren Dalager
Chief Consultant, M.Sc.



VEDLEGG 4

**TILLATELSE FRA SFT TIL Å GJENNOMFØRE PRØVEPROSJEKT MED
FLYVEASKE**

65400


Veg- og trafikkul. senter

s ft: Telefaks

Til: Statens vegvesen Vegdirektoratet
Ved: Gordana Petcovic
Telefaks nr: 22 07 37 68

Fra: Statens forurensningstilsyn
Telefaks nr: 22 67 67 06
Ved: Lise Kristin Jensen
Dato: 28.11.2004

Antall sider: 4 (inkl. denne)
Svar ønskes:
Brev følger:

 Statens vegvesen	
Reg. dato:	29 NOV 2004
Saksnr.:	2003 14025-58
Arkivnr.:	459

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
Internett: www.sft.no

Tillatelse til å gjennomføre prøveprosjekt med flyveaske

Vedlagt er ovennevnte tillatelse.

Med hilsen

Lise Kristin Jensen



Statens vegvesen Vegdirektoratet
Boks 8142 Dep
0033 Oslo

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Dato: 26.11.2004
Vår ref.: 2004/764 482
Deres ref.:
Saksbehandler: Lise Kristin Jensen, telefon: 22573516

Søknad om tillatelse til å gjennomføre prøveprosjektet med flygeaske uten forhåndsberegning av miljørisiko

SFT viser til Statens vegvesen sitt brev datert 25.06.04 angående søknad om tillatelse å bruke flyveaske i et veiprojekt, og annen kommunikasjon per e-post og telefon.

Søknadens innhold

Statens vegvesen søker om å få bruke 700 kg flygeaske fra Norske Skog sitt anlegg på Skogn i et prøveprosjekt på Nordre avlastningsvei i Trondheim. Proveprosjektet går ut på å tilsette flygeaske i kalksementblanding for å lage 10 peler til stabilisering av grunnen. Ved tilsetning av flygeaske har laboratorieforsøk vist 10-25% fasthetsøkning i forhold til opprinnelig materiale i peler. Pelene skal omgis med spuntvegger på to sider og de 11 meter lange pelene skal drilles 13 meter ned i bakken og dekket over med to meter masse. Etter stabilisering fjernes deler av pelene og 8 meter med peler vil bli stående i grunnen. Det antas at 500 kg flyveaske vil bli liggende igjen i bakken.

Det vises til Scandiaconsults rapport fra 21.01.01 om askedeponi i Tømmerhavna hvor det er gjort utlekkings tester på tungmetaller, PAH og PCB i flyveasken. Videre er det gjort en miljørisikovurdering av prosjektet sendt på e-mail 10. november 2004 som konkluderer med liten risiko ved bruk av flygeaske i sementpeler. Anleggsområdet er lokalisert i et byområde hvor det ikke er følsomt arealbruk, uttak av grunnvann, følsomme overflateresipienter eller lignende i nærheten. Rambøll har på vegne av Vegvesenet sendt et notat den 22.11.04 på e-mail som viser bl.a. at dioksykonsentrasjoner i flyveasken er på 6,2 µgTE/kg i 2004 og 50 µgTE/kg i 2003.

SFTs vurdering

SFT har gjort følgende vurderinger angående søknaden.

Om flyveasken



Scandiaconsults rapport fra 2001 viser at flygeasken overskrider i varierende grad grenseverdier for mest følsomt arealbruk for As, Pb, Cu, Cr og Zn samt PAH. SFT anser imidlertid ikke konsentrasjonene som høye med tanke på den omsøkte bruken. Miljøriskovurderingen viser en lav utlekking av tungmetaller. Rambølls notat om dioksininnhold i asken viser at dioksinverdiene er relativt lave i 2004.

Om bruken

Det er naturlig å vurdere om den omsøkte bruken er gjenvinning iht. SFTs faktaark 1853/2002. Vegvesenet argumenterer for at asken har stabiliserende egenskaper og viser til positive resultater ved laboratorieundersøkelser. Ifølge dokumentasjonen er flygeasken på en form som er hensiktsmessig til bruk i sementpeler. Det er foretatt en miljørisikovurdering og prøver av flyveasken som viser at konsentrasjoner av miljøgifter er relativt lave. En innbinding av flygeaske i pelene vil redusere faren for utlekking. Det skal også settes opp spuntvegger på to sider som gjør forsøksforholdene mer kontrollerte med tanke på spredning av miljøgifter. Når det gjelder mengdene og bruken det søkes om, har vi ikke grunn til å tro at dette vil være fare for miljøskade.

SFT mener at prøveprosjektet er verdifullt og interessant for å finne ut om bruk av flygeaske i sementpeler som stabiliseringsmiddel er kurant.

SFT mener at den aktuelle anvendelsen av asken til det omsøkte formålet er å betrakte som annen disponering. Det kreves derfor en tillatelse fra SFT etter forurensningslovens § 32, 1. ledd. Inntil det er avklart om nevnte disponering er å anse som gjenvinning eller disponering som medfører uheldige forurensningsproblemer, er det nødvendig med tillatelse fra SFT.

Søknaden er ikke forhåndskunngjort i henhold til forurensningsforskriften kapittel 36. SFT finner at forhåndskunngjøring av denne saken er unødvendig og det vises til § 36-7 punkt b) i forskriften. SFT forutsetter imidlertid at Vegvesenet avklarer saken med Trondheim kommune og evt. andre som måtte berøres av tiltaket.

Konklusjon

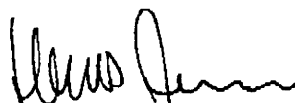
Med hjemmel i f-lovens paragraf 32, 1. ledd gir SFT tillatelse til bruk av maksimum 700 kg filteraske i sementpeler iht søknaden fra Vegvesenet. Før man får nærmere kunnskap om at flygeasken har de stabiliserende egenskapene man tror og at flygeasken er bevist ren nok, antas den omsøkte løsning ikke som gjenvinning. SFT krever at det foreligger representative prøver av den flygeasken som skal brukes i sementpelene med tanke på innhold av dioksiner før arbeidet settes i gang. Har flyvasken en dioksinkonsentrasjon på under 10 nanogram/kg anses det som ukontaminert og uproblematisk. Er innholdet mellom 10 nanogram/kg – 10 mikrogram/kg skal det dokumenteres at utlekkingen av dioksiner er liten. SFT kan ikke gi tillatelse til den omsøkte bruken hvis konsentrasjonen av dioksiner i flyveasken er høyere enn 10 mikrogram/kg.

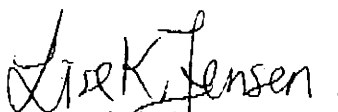


Side 3

Vedtaket om tillatelse til bruk av flygeaske i sementpeler kan påklages til Miljøverndepartementet innen 3 uker fra dette brevet er mottatt. Klagen bør begrunnes og skal sendes til SFT.

Med hilsen


Hans Aasen (e.f.)
seksjonssjef


Lise Kristin Jensen
rådgiver

*Kopi: Trondheim kommune 7004 Trondheim
Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Statens hus, Prinsens gt.1, 7468 Trondheim*



VEDLEGG 5

DELPROSJEKT 5 "LETTE FYLLMASSER OG ISOLASJONSMATERIALER"

GJENBRUKSPROSJEKTET



DELPROSJEKT 5 "LETTE FYLLMASSER OG ISOLASJONSMATERIALER"

Målet er å tilrettelegge og øke gjenbruket av alternative lette materialer som skumglass, oppkuttete bildekk, aske, slagg, EPS blokker o.l. Noen av materialene er også aktuelle til frostsikringsformål. Materialene skal defineres og spesifiseres i størst mulig grad som ferdige produkter, for å lette arbeidet for Vegvesenet eller andre byggherrer (bestillere). Bl.a. skal det etableres ordninger for materialdeklarasjon. Dokumentasjon av miljøegenskaper er vesentlig for å kunne vurdere miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer.

Delprosjekt 5 "Lette fyllmasser og isolasjonsmaterialer" er delt inn i 4 aktiviteter:

- DP5-1 Bildekk
- DP5-2 Skumglass
- DP5-3 Flyveaske
- DP5-4 Isolering med gjenbruksmaterialer

For alle aktivitetene vil følgende bli utført:

Gjennomgang av aktuelt bakgrunnsstoff

Hoveddelen av arbeidet dekkes av litteraturstudier i forbindelse med universitetsoppgaver (doktorgrad, hovedoppgave og prosjektoppgaver i Norge og Sverige) i tillegg til oppfølging og vurdering av utførte prosjekter i Norge og andre land.

Bedømmelse av materialenes brukbarhet

Aktiviteten skal munne ut i kriterier for vurdering av brukbarhet av materialene. Fysiske, mekaniske og miljøtekniske egenskaper skal dokumenteres og testmetoder angis (laboratorietesting). Gjennom dette arbeidet skal krav til materialene formuleres.

Designforutsetninger, praktisk utførelse, kontroll

Det skal utarbeides grunnlag for dimensjonering av lette fyllinger og frostsikrede vegkonstruksjoner med gjenbruksmaterialer. Retningslinjer for praktisk utførelse og kontroll utarbeides på bakgrunn av erfaringer fra utførte prosjekter.

Feltprosjekter

Det bygges prøvestrekninger med gjenbruksmaterialer i lette fyllinger og isolerte vegkonstruksjoner som instrumenteres og følges opp for å dokumentere at de fungerer som forutsatt. Egenskaper som følges opp er bl.a. langtidsdensitet (for å bestemme dimensjonerende tyngdetetthet), egenetning (nedkusing av materiale), bæreevne, spor og jevnhet på ferdig veg, frosttekniske egenskaper, utlekking samt arbeidsmetoder (utlegging og komprimering av materialene).

Arbeid med produktspesifisering

Aktiviteten omfatter generell produktspesifisering, uttesting av deklarasjonsordning og praktisk miljøgodkjenning av det enkelte materiale.

Delprosjektgruppen for DP5 "Lette fyllmasser og isolasjonsmaterialer" består av:

- Roald Aabø, Vegdirektoratet/Teknologiavdelingen (delprosjektleder)
- Arnstein Watn, SINTEF
- Geir Refsdal, Statens vegvesen Region midt
- Kjell Eriksen, Statens vegvesen Region øst
- Øystein Myhre, Vegdirektoratet/Teknologiavdelingen
- Arve Weng, Mesta AS



VEDLEGG 6

RAPPORTOVERSIKT

STATENS VEGVESENS GJENBRUKSPROSJEKT 2002-2005

GJENBRUKSPROSJEKTET

RAPPORTOVERSIKT

STATENS VEGVESENS GJENBRUKSPROSJEKT 2002-2005

Prosjekt-rapport nr.	Intern rapport nr. ¹⁾	Tittel	Del-prosjekt	Utarbeidet av
1	2309	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 1: Gjenbruk av knust betong og tegl i vegbygging Testing av mekaniske egenskaper – Erfaringsinnsamling	DP3	Joralf Aurstad, SINTEF
2	2310	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 2: Bruk av bildekk i støyvoller – Livsløpsvurdering	DP2 / DP5	Karin Synnøve Østby, stud. techn. NTNU
3	2350	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 3: Varm asfaltgjenvinning i verk	DP4	Olav Ruud, ATI et al.
4	2351	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 4: Kontroll og dokumentasjon av returafalt	DP4	Olav Ruud, ATI
5	2357	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 5: Gjenbruk av bildekk i vegbygging – Tekniske og miljøtekniske vurderinger	DP5	Arnt-Olav Håøya, Rambøll AS og Roald Aabøe, Statens vegvesen
5A	2375	Gjenbruksprosjektet. Prosjektrapport nr 5A: Miljøovervåkning av 3 pilotprosjekter med oppkuttete bildekk 2001-2003	DP5	Arnt-Olav Håøya og Guro Thue Unsgård, Rambøll AS
6	2408	Erfaringer fra feltstrekninger med kaldblandet gjenbruksafalt - Vurdering av tilstandsutvikling og dekkelevetid	DP4	Joralf Aurstad, SINTEF et al.
7	2420	Materialeegenskaper for kaldblandet gjenbruksafalt - vannfølsomhet og styrkeparametere	DP4	Johnny Stenshagen, Mesta as, Øivind Moen, Veidekke ASA et al.
8	2421	Feltforsøk med ubundet asfaltgranulat - Avsluttende undersøkelser på forsøksstrekningene på Fornebu	DP4	Ragnar Bragstad, ATI et al.
9	2410	Materialstrøm for gjenvunnet afalt	DP4	Ragnar Evensen, Via Nova et al.
10	2411	Frostbestandighet av resirkulert tilslag	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
11	2422	Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder for resirkulert tilslag	DP3	Joralf Aurstad, SINTEF et al.
12	2423	Gjenbruksvegen E6 Melhus	DP6	Jostein Aksnes og Dag Atle Tangen, Statens vegvesen
13	2431	Materialdeklarasjon av resirkulert tilslag. Uttesting av deklarasjonsordning	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
14	2432	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging	DP2	Gordana Petkovic, Statens vegvesen et al.
14A	2433	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – sementbaserte materialer	DP2	Christian J. Engelsen, NBI /Sintef Byggforsk et al.
14B	2434	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – afalt	DP2	Torbjørn Jørgensen, Statens vegvesen et al.
14C	2435	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – oppkuttete bildekk	DP2	Arnt-Olav Håøya, Rambøll AS et al.

14D	2436	Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – Skumglass	DP2	Arnt-Olav Håøya, Rambøll As et al.
15	2437	Finstoffinnhold i gjenbruksbetong	DP3	Joralf Aurstad, Statens vegvesen et al.
16	2438	Kjemisk nedbrytning av resirkulert tilslag. Forsøk med akselerert vanngjennomstrømning	DP3	Christian J. Engelsen, NBI /SINTEF Byggforsk et al.
17	2439	Konstruksjonsbetong med resirkulert tilslag	DP3	Synnøve A. Myren, Statens vegvesen og Jacob Mehus, NBI /Standard Norge
17A	2440	Støttemur ved E6 Taraldrud. Anleggstekniske erfaringer med bruk av knust betong i nye betong	DP3 /DP6	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
18	2441	Gjenbruksvegen E6 Klemetsrud – Assurtjern	DP6	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
19	2442	Reelle muligheter for gjenbruk – status ved avslutning av Gjenbruksprosjektet	DP7	Gordana Petkovic, Statens vegvesen
20	2377	Utradisjonelle gjenbrukstiltak – Eksempelsamling	DP8	Dag Atle Tangen, Brobyggern AS /Statens vegvesen
21	2445	Gjenbruk av avfallsglass som granulert skumglass i vegkonstruksjoner	DP5	Roald Aabøe, Statens vegvesen et al.
22	2446	Flyveaske fra papirproduksjon brukt i kalksementpeler	DP5	Guro Brendbekken, Optimal geoteknikk et al.

¹⁾ Teknologivdelingens rapportserie (Internrapporter, fra juni 2005 Teknologirapporter)

GJENBRUKSPROSJEKTET



Statens vegvesen

